# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

*En date du 13 Juillet 1835,*

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

## TOME CENT-DIX-SEPTIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1893.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1893

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUILLET 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. **Nordenskiöld**, comme Associé étranger, en remplacement de M. *de Candolle*.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Ondes marées et ondes atmosphériques provenant de l'action du Soleil et de la Lune;* par M. **Bouquet de la Grye**.

« La mission du cap Horn, placée sous la direction du commandant Martial, a fait en 1882-1883 de nombreuses séries d'observations dans la baie d'Orange, où elle a séjourné pendant un an.

» Parmi les données contenues dans la belle publication où sont con-

signés les résultats de la mission, se trouvent les hauteurs du niveau de la mer, les valeurs de la pression barométrique et les vitesses ainsi que les directions du vent prises toutes les demi-heures.

» Il nous a semblé intéressant de soumettre ces chiffres à la même analyse que nous avions employée pour déterminer, à Brest et à l'île Campbell, la relation entre les données astronomiques et ces mêmes éléments terrestres.

» Le cap Horn, comme l'île Campbell, est baigné par une mer dont la température varie peu et très lentement : ce sont, comme nous l'avons dit bien souvent, des conditions favorables pour rendre apparente l'action luni-solaire sur les fluides qui enveloppent la terre, et une fois encore nous avons trouvé qu'elle était très appréciable.

» Les observations de la marée ont été enregistrées dans la baie d'Orange d'une façon presque continue du 1<sup>er</sup> novembre 1882 au 31 août 1883, c'est-à-dire pendant 304 jours. Les quelques lacunes qui existent dans la série des hauteurs données toutes les demi-heures ont pu être comblées au moyen de simples interpolations.

» Avant l'installation du marégraphe, M. Courcel-Seneuil a bien fait observer, du 12 septembre au 24 octobre, les hauteurs de la marée sur une échelle qui a servi ultérieurement à repérer le zéro du marégraphe, mais ces hauteurs n'ont été prises que de $6^h$ du matin à $6^h$ du soir, et il eût été difficile de les utiliser pour la détermination des ondes à longue période. Ce sont les premières dont nous nous occuperons aujourd'hui.

» *Ondes à longues périodes.* — Nous avons calculé les moyennes des hauteurs de la marée comprises entre $12^h30^m$ et $1^h15^m$ du matin du jour suivant, c'est-à-dire pendant la durée moyenne d'un jour lunaire, ce qui nous a donné 304 chiffres débarrassés des influences solaires diurnes (sauf un petit terme constant), car la période commençait et finissait toujours à la même heure ([1]).

» Chacun des nombres ainsi obtenus répond au milieu de l'intervalle considéré, c'est-à-dire à $12^h37^m$ (temps moyen de la baie d'Orange).

» Or, cette baie étant située à $4^h41^m41^s$ du méridien de Paris ou à $0^j,195$, la hauteur moyenne calculée correspond à

$$0^j,195 + 0,026 = 0^j,221$$

([1]) On laisse, en agissant ainsi, de côté quelques termes relatifs à l'onde semi-mensuelle lunaire, mais comme ils sont très faibles, ainsi que nous l'avons expliqué antérieurement, nous ferons cette correction après avoir déterminé l'onde diurne.

du temps moyen de Paris. C'est en nous servant de ce chiffre que nous interpolerons pour ramener toutes les hauteurs de la mer à celles correspondant à $0^h$ (temps moyen de Paris).

» Un calcul analogue a été fait pour avoir la moyenne des hauteurs barométriques comprises dans le même intervalle de temps et aussi pour avoir la direction moyenne diurne du vent, opération plus compliquée, car il faut projeter chaque direction et chaque vitesse sur deux axes coordonnés pour pouvoir en faire la moyenne.

» Il faut maintenant établir chaque jour une équation entre ces valeurs et les coordonnées luni-solaires.

» La direction et la vitesse du vent agissent, en effet, sur la hauteur de la marée, il en est de même de la pression barométrique, mais nous n'avons qu'une notion vague du temps que met cette action pour produire son entier effet. A l'île Campbell, nous avons trouvé que l'action luni-solaire avait une avance de vingt-quatre heures sur le développement de l'onde marée correspondante; nous supposerons tout d'abord qu'il en est ainsi au cap Horn et, après avoir corrigé la hauteur de la marée de la pression barométrique exprimée en hauteur d'eau, nous laisserons cette même hauteur dans la formule pour vérifier si réellement cette correction est bien égale et en sens contraire de la pression exprimée en hauteur d'eau.

» Du côté des éléments luni-solaires, nous formerons chaque jour la série des valeurs de $i^3 \sin 4 \mathbb{D}$, $i^3 \cos 4 \mathbb{D}$, $i^3 \sin(\mathcal{A} - \mathcal{A}')$, $i^3 \cos(\mathcal{A} - \mathcal{A}')$, $i^3 \sin 2(\mathcal{A} - \mathcal{A}')$, $i^3 \cos 2(\mathcal{A} - \mathcal{A}')$, $i'^3 \cos 8 \mathbb{D}$, $i'^3 \sin 2 \mathcal{L}\odot$, en appelant $i$ et $i'$ les inverses des distances de la Lune et du Soleil à la Terre, $\mathbb{D}$ et $\mathbb{D}'$ les déclinaisons des deux astres, $\mathcal{A} - \mathcal{A}'$ la différence de leurs ascensions droites et $\mathcal{L}\odot$ la longitude du Soleil.

» Ce sont les seuls termes d'une longue série, qui, d'ordinaire, aient des coefficients appréciables.

» De l'autre côté, nous aurons $p - P$, c'est-à-dire l'excès de la pression moyenne diurne sur la moyenne annuelle (746,2), $k$ un terme fixe, $h$ la hauteur de la marée, et enfin $v \sin\psi$, $v \cos\psi$, $v \sin 2\psi$, $v \cos 2\psi$, termes dépendant de l'action du vent, $v$ représentant sa vitesse et $\psi$ l'angle que fait sa direction avec l'est.

» Il est entendu d'ailleurs que chacun de ces derniers chiffres a été obtenu par interpolation, pour correspondre à l'instant même de l'action luni-solaire correspondante.

» La formule que nous avons à fournir est donc

$$y = k + mi^3 \sin 4\mathcal{D} + m'i^3 \cos 4\mathcal{D} + ni^3 \sin(\mathcal{A} - \mathcal{A}') + n'i^3 \cos(\mathcal{A} - \mathcal{A}') + oi^3 \sin 2(\mathcal{A} - \mathcal{A}') + o'i^3 \cos 2(\mathcal{A} - \mathcal{A}') + qi'^3 \cos 8\mathcal{D}' + r'^3 \sin 2\mathcal{L}\odot + s(p - \mathrm{P}) + tv \sin\psi + t'v \cos\psi + uv \sin 2\psi + u'v \cos 2\psi.$$

» Il y a là quatorze coefficients à déterminer avec 304 équations, nombre suffisant pour avoir une valeur très exacte de chacun d'eux.

» Cette résolution a été faite au moyen de la méthode *Cauchy-Mayer modifiée*, dont nous avons parlé plusieurs fois.

» Elle a conduit à l'équation suivante dont les coefficients expriment des millimètres :

$$y = 2328^{\mathrm{mm}} - 4{,}3i^3 \sin 4\mathcal{D} - 30i^3 \cos 4\mathcal{D} + 11{,}3i^3 \sin(\mathcal{A} - \mathcal{A}') + 15i^3 \cos(\mathcal{A} - \mathcal{A}') + 3{,}3i^3 \sin 2(\mathcal{A} - \mathcal{A}') + i^3 \cos 2(\mathcal{A} - \mathcal{A}') - 51i'^3 \cos 8\mathcal{D}' - 64i'^3 \sin 2\mathcal{L}\odot - 0{,}14(p - \mathrm{P}) + 13v \sin\psi + 6v \cos\psi - v \sin 2\psi + 5{,}2 \cos 2\psi.$$

» Le terme constant $2328^{\mathrm{mm}}$ donne la hauteur du niveau moyen de la mer au-dessus du zéro de l'échelle de marée.

» Les deux suivants qui dépendent de la déclinaison de la Lune fournissent un résultat presque nul lorsque la Lune a une grande déclinaison nord.

» Les termes dépendant de l'âge de la Lune sont aussi très faibles, mais il en est autrement des termes solaires qui donnent les valeurs suivantes :

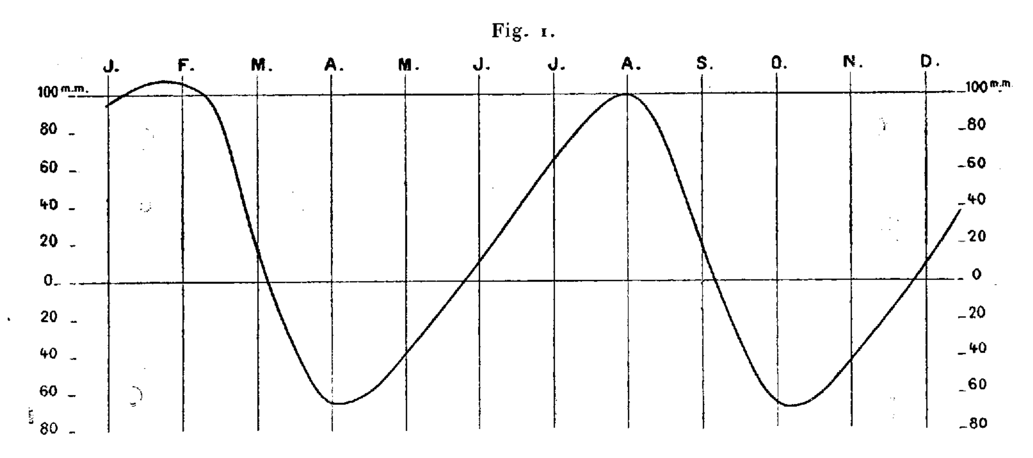
| | Janv. | Fév. | Mars. | Avril. | Mai. | Juin. | Juillet. | Août. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1er.. | + 78 | +106 | +16 | −66 | −37 | +11 | +67 | +100 | +22 | −64 | −42 | + 8 |
| 15... | +105 | + 72 | −36 | −60 | −16 | +35 | +88 | + 79 | −29 | −64 | −18 | +37 |

» En traçant ci-dessous la courbe représentant ces chiffres, on trouve qu'elle est beaucoup plus accentuée que celle donnée d'après la théorie par Laplace et que les maxima et minima ne correspondent pas aux mêmes mois.

» Le terme relatif à la pression barométrique donne la correction afférente au coefficient dont nous nous sommes servi pour rendre la hauteur de la mer à peu près indépendante de cette pression. Dans le cas présent, cela signifie qu'un excès de pression barométrique égal à une colonne

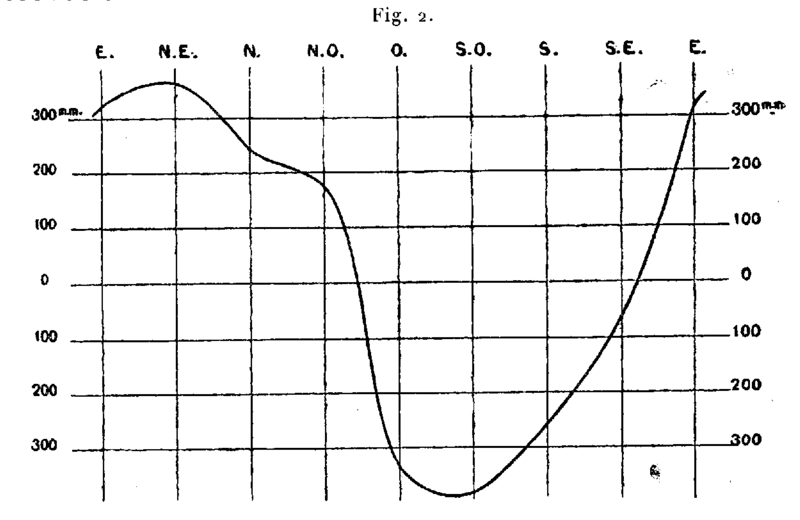
d'eau de $1^m$ de hauteur produit sur la mer un abaissement de $1^m,14$; c'est-à-dire qu'au lieu de multiplier l'excès de la hauteur de la colonne de mercure par 13,33 il faudrait employer le coefficient 15,2; rappelons ici qu'à l'île Campbell nous avions trouvé 16,6 et à Brest 14,59.

Fig. 1.




» L'influence de l'action du vent sur la hauteur de la mer ne paraît, *a priori*, pas très grande, mais on doit remarquer que les coefficients correspondent à des vitesses de $1^m$, ce qui est très rare au cap Horn. Si nous prenons par contre les résultats qui se produisent lors d'un coup de vent ayant une vitesse de $30^m$ par seconde, on arrive aux valeurs représentées par la courbe ci-dessous.

Fig. 2.



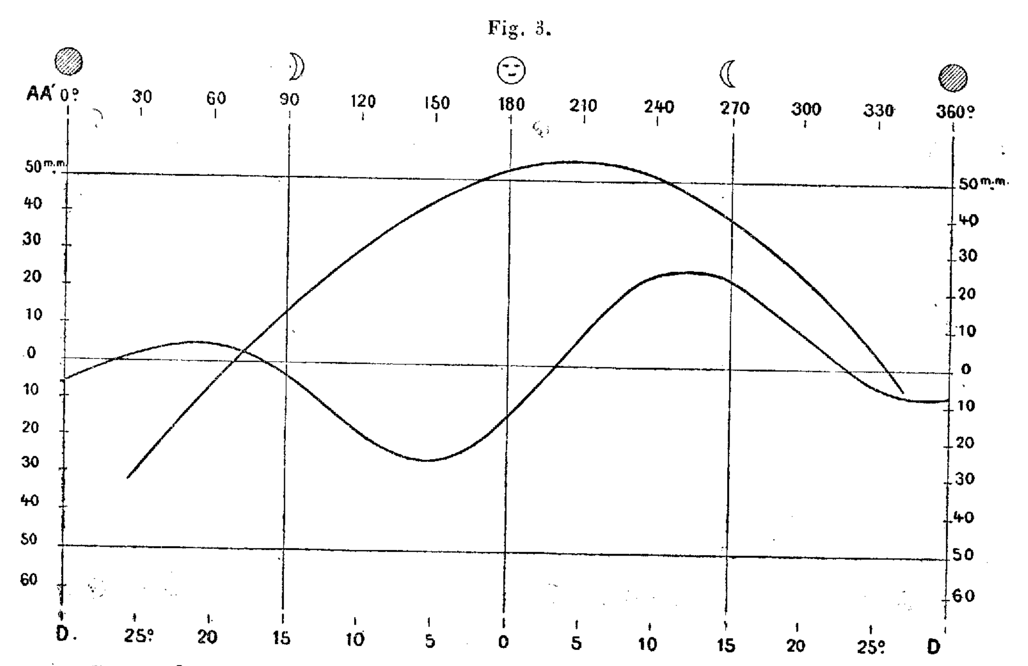

» La plus grande surélévation correspond au vent du nord-est, direction

dans laquelle la baie d'Orange est ouverte; le plus grand abaissement correspond au vent de sud-ouest. L'amplitude totale est de $746^{mm}$; comme, d'un autre côté, les différences de pression barométrique peuvent produire des oscillations de $332^{mm}$, on voit que les influences météorologiques sont de l'ordre même de la grandeur de la marée semi-diurne et, par suite, qu'il est impossible de ne pas séparer leurs actions si l'on veut avoir des chiffres exacts de l'influence luni-solaire sur la hauteur de la mer.

» *Ondes atmosphériques luni-solaires.* — Le procédé que nous avons employé pour la résolution des 304 équations de condition va nous donner aussi la mesure de l'action du Soleil et de la Lune sur l'atmosphère dans la région du cap Horn. En s'arrêtant à l'élimination des termes astronomiques, on arrive à la formule suivante

$$\begin{aligned}(p-\mathrm{P}) = & -15{,}7\, i^3 \sin 4\varpi + 52{,}8 \cos 4\varpi - 13{,}8 \sin(\mathcal{A}-\mathcal{A}') \\ & + 4{,}3 \cos(\mathcal{A}-\mathcal{A}') + 11{,}7 \sin 2(\mathcal{A}-\mathcal{A}') - 10{,}3 \cos 2(\mathcal{A}-\mathcal{A}') \\ & - 4{,}8\, i'^3 \sin 8\varpi - 11{,}2\, i'^3 \sin 2\mathcal{L}\odot.\end{aligned}$$

Fig. 3.




» Les valeurs des coefficients sont exprimées en millimètres d'eau.

» Nous avons réuni, dans un même diagramme, deux courbes représentant l'une l'action sur la pression atmosphérique dépendant de la déclinaison, l'autre de l'âge de la Lune, en supposant $i^3 = 1$. Le maximum

de la pression a lieu deux jours avant le dernier quartier, la déclinaison étant de 5° sud, la Lune au périgée. Le chiffre correspondant est de $100^{mm}$ en hauteur d'eau. Le minimum a lieu l'avant-veille de la pleine lune, la déclinaison étant de 28° nord; le chiffre correspondant est de $63^{mm}$. L'amplitude totale peut donc atteindre des différences de pression allant jusqu'à $163^{mm}$ de hauteur d'eau, ce qui représente, à la surface de la Terre, une onde atmosphérique de $126^{m}$ de hauteur, et, aux points où la pression n'est que de $1^{cm}$ de mercure, une amplitude de près de $10^{km}$ de hauteur.

» Si nous comparons ces courbes à celles que nous avons déterminées à Brest et à l'île Campbell, la forme est la même, les maxima et minima se trouvent aux mêmes jours de l'âge de la Lune; le phénomène a donc une généralité incontestable.

» Les mêmes équations de condition vont nous conduire à un autre résultat intéressant. Si l'on peut utiliser les indications du baromètre pour avoir une notion du temps à venir, il serait bien plus intéressant encore d'avoir une indication directe de la direction future du vent. Or, la résolution des équations par rapport aux coordonnées de cette direction nous conduit aux formules qui peuvent servir à calculer chaque jour la direction moyenne et l'intensité dépendant des phénomènes astronomiques les plus tangibles.

$$\begin{aligned} v\sin\psi = & +0^{m},86\, i^{3}\sin 4\mathcal{D} - 0,75\, i^{3}\cos 4\mathcal{D} + 0,27\, i^{3}\sin(\mathcal{A}-\mathcal{A}') \\ & - 0,18\, i^{3}\cos(\mathcal{A}-\mathcal{A}') - 0,17\, i^{3}\sin 2(\mathcal{A}-\mathcal{A}') \\ & + 1,22\, i'^{3}\cos 8\mathcal{D}' + 0,75\, i'^{3}\sin 2\mathcal{L}\odot, \\ v\cos\psi = & +0,66\, i^{3}\sin 4\mathcal{D} - 0,84\, i^{3}\cos 4\mathcal{D} - 0,09\, i^{3}\sin(\mathcal{A}-\mathcal{A}') \\ & + 0,36\, i^{3}\cos(\mathcal{A}-\mathcal{A}^{1}) - 1,04\, i^{3}\sin 2(\mathcal{A}-\mathcal{A}') \\ & + 0,20\, i'^{3}\cos 8\mathcal{D}' + 0,54\, i'^{3}\sin 2\mathcal{L}\odot. \end{aligned}$$

» Les valeurs sont exprimées en mètres et sont loin d'être négligeables.

» Enfin, comme résultat plus terre à terre, nous pouvons encore tirer des équations de condition la relation qui existe entre la pression et la direction du vent.

» Voici les chiffres relatifs aux 16 aires de vent lorsqu'il a une vitesse de $30^{m}$ par seconde (coup de vent) :

| E | NE | N | NO | O | SO | S | SE | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $+23^{mm},0$ | +7,3 | −23,2 | −32,0 | −11,3 | +7,3 | +11,5 | +17,1 | +23,0 |

» Les pressions sont indiquées ici en millimètres de hauteur de mercure; l'amplitude de la variation est de $55^{mm}$ de mercure.

» En résumé, cette première étude des phénomènes observés au cap Horn confirme les faits que nous avons signalés antérieurement, relatifs à l'influence luni-solaire sur l'atmosphère.

» Cette action est très apparente au cap Horn, parce que le milieu a une température uniforme sur tout le parallèle de 56° à une même date de l'année et que la variation de l'été à l'hiver est beaucoup moindre que dans nos climats.

» C'est dans ces conditions que la recherche des lois météorologiques doit être tentée et si les premiers résultats que j'indique ne donnent qu'un faible aperçu de la mobilité réelle de l'atmosphère, s'ils ne permettent pas la prédiction, ils montrent tout au moins des mouvements de l'air qui ont une réelle importance.

» La méthode que nous avons suivie a d'ailleurs cela de particulièrement avantageux que les calculs les plus longs sont ceux de l'établissement des termes luni-solaires et de leur élimination consécutive. C'est dire que l'on peut placer dans le second membre, à un moment quelconque, des résultats d'observation obtenus aux mêmes dates dans diverses régions et établir facilement de nouvelles relations.

» En ce qui concerne les mouvements de la mer en hauteur, la grandeur des perturbations produites par le vent ou causées par des surpressions barométriques éloigne toute idée de les calculer sans tenir compte de ces diverses influences.

» Elles ne s'éliminent aucunement lorsqu'on se borne à opérer en faisant des moyennes. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les déformations successives de la tête d'une onde aérienne isolée, durant la propagation de cette onde le long d'un tuyau de conduite sans eau, de longueur indéfinie;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Dans une Note du 15 juin 1891 (¹) concernant la propagation des ondes aériennes, isolées ou périodiques, le long d'un tuyau de conduite à grande section, vide de liquide, j'ai étudié le ralentissement, les déformations successives et l'extinction graduelle de ces ondes, sous les influences combinées de l'imparfaite fluidité du gaz et de la forte amplitude initiale supposée du mouvement, mais surtout par l'effet du frottement et de la perméabilité calorifique de la paroi.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1337 : le Mémoire résumé dans cette Note a paru *in extenso* au numéro de juillet 1891 du *Journal de Physique théorique et appliquée*.

» J'y ai obtenu, en particulier, l'équation suivante ([1]) pour régir la compression $\gamma$ (excédent relatif de la densité à l'époque $t$ et dans la section d'abscisse $x$ sur la densité primitive constante), après qu'un parcours et un affaiblissement suffisants ont rendu négligeables les termes de l'ordre des produits des dérivées premières de $\gamma$ par la compression $\gamma$ elle-même ou par les coefficients d'imparfaite fluidité,

$$(1) \qquad \frac{d\gamma}{dt} = -a\frac{d\gamma}{dx} + \mu\frac{\chi}{\sigma}\sqrt{\frac{a}{\pi}}\int_0^\infty \varphi'(x - at + \beta^2)\,d\beta,$$

où $a$, $\mu$ sont respectivement la vitesse du son dans l'air libre et un coefficient (0,0058 environ dans les circonstances ordinaires) comparable à la racine carrée du quotient du coefficient de frottement intérieur du gaz par sa densité, $\sigma$, $\chi$ l'aire et le contour de la section du tuyau, enfin $\varphi(x - at)$ une expression approchée, censée connue, de $\gamma$.

» J'ai examiné, en particulier, le cas d'une intumescence isolée de forme simple où, en allant du front de l'onde vers sa queue, c'est-à-dire de $x = \infty$ vers $x = -\infty$, la condensation $\gamma$ croît graduellement, à l'époque $t$, depuis zéro jusqu'à une valeur maxima $h$, dite *sommet*, qu'elle atteint sur une section dont nous appellerons X l'abscisse, pour décroître ensuite peu à peu jusqu'à zéro. En appelant $\omega$ la vitesse actuelle $\frac{dX}{dt}$ avec laquelle se propage ou se déplace ce sommet vers les $x$ positifs, $m$ le rapport $\frac{-1}{ah}\frac{dh}{dt}$ ou $\frac{-1}{h}\frac{dh}{dX}$, coefficient actuel d'extinction de ce même maximum ou sommet $h$ suivi dans son déplacement élémentaire $dX$, enfin $m'$ le rapport analogue $\frac{-1}{a\mathcal{E}}\frac{d\mathcal{E}}{dt}$, coefficient actuel d'extinction de l'énergie totale $\mathcal{E}$ de l'onde, représentée (sauf un facteur constant) par l'intégrale $\int_{-\infty}^{\infty}\gamma^2\,dx$, j'ai établi, pour calculer ces trois éléments importants, les formules

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{a-\omega}{a} = \dfrac{\mu}{\sqrt{\pi a}}\dfrac{\chi}{\sigma}\displaystyle\int_0^\infty \frac{\varphi''(X - at + \beta^2)}{\varphi''(X - at)}\,d\beta, \qquad m = \dfrac{\mu}{\sqrt{\pi a}}\dfrac{\chi}{\sigma}\displaystyle\int_0^\infty \frac{-\varphi'(X - at + \beta^2)}{\varphi(X - at)}\,d\beta, \\[2ex] m' = \dfrac{2\mu}{\sqrt{\pi a}}\dfrac{\chi}{\sigma}\displaystyle\int_0^\infty d\beta\,\frac{\displaystyle\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(x - at)\,\varphi'(x - at + \beta^2)\,dx}{\displaystyle\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(x - at)^2\,dx}. \end{cases}$$

» Les deux premières ne supposent connu, dans leurs seconds membres, que l'équation approchée actuelle $\gamma = \varphi(x - at)$ de la *tête* de l'onde, c'est-

---

([1]) Elle porte le n° 39 dans le Mémoire ci-dessus mentionné du *Journal de Physique*.

à-dire de sa partie allant depuis le front jusqu'au sommet. Dans la troisième, au contraire, il faut se donner approximativement, sous la forme $\varphi(x-at)$, toutes les valeurs actuelles de $\gamma$, du front à la queue. Or, pour fixer les idées et rendre effectuables les intégrations, j'ai attribué, dans les deux premières formules, à la tête de l'onde, et, dans la troisième, à toute l'intumescence (supposée ainsi *actuellement* symétrique de part et d'autre du sommet) l'équation approchée, simple, paire en $x - at = \xi$,

$$(3)\qquad \varphi(\xi) = h\frac{c^2}{c^2+\xi^2} = h\sin^2 2\eta, \qquad \text{avec} \qquad \eta = \frac{1}{2}\operatorname{arc\,tang}\frac{c}{\xi},$$

où la variable auxiliaire $\eta$ croît de zéro à $\frac{\pi}{2}$ du front à la queue de l'onde, c'est-à-dire de $\xi = +\infty$ à $\xi = -\infty$, en prenant la valeur moyenne $\frac{\pi}{4}$ sommet $\xi = 0$. Comme il en résulte

$$(4)\quad \int_0^\infty \varphi(\xi)\,d\xi = \frac{\pi}{2}ch, \quad \int_0^\infty \varphi(\xi)^2\,d\xi = \frac{\pi}{4}ch^2, \quad \int_0^\infty \varphi(\xi+\beta^2)\,d\beta = \pi h\sqrt{\frac{c}{2}}\sin^{\frac{3}{2}}\eta\cos^{\frac{1}{2}}\eta,$$

j'ai obtenu, pour le *ralentissement* relatif $\frac{a-\omega}{a}$ du sommet et pour les deux *coefficients d'extinction* (ou décréments logarithmiques) $m$, $m'$ de la *hauteur* $h$ et de l'énergie totale, les valeurs

$$(5)\qquad \frac{a-\omega}{a} = \frac{3\mu}{16}\sqrt{\frac{\pi c}{2a}}\frac{\chi}{\sigma}, \qquad m = \frac{\mu}{4}\sqrt{\frac{\pi}{2ac}}\frac{\chi}{\sigma}, \qquad m' = m\sqrt{2};$$

d'où j'ai déduit que la longueur *sensible* de l'onde, mesurée ici proportionnellement par le paramètre $c$, est en train de croître, à l'époque actuelle, comme l'exponentielle $e^{(2-\sqrt{2})mat}$. Mais d'autres considérations (n° XII du Mémoire) montrant que cet allongement se fait surtout à la queue, ou du côté de $x = -\infty$, l'onde perd bientôt la symétrie qu'on lui avait attribuée à l'époque $t$; et, dès lors, la troisième formule (5) ne s'applique plus. Au contraire, la *tête* peut garder approximativement à toute époque une expression analogue à (3), pourvu qu'on y suppose *lentement* variables avec le temps les deux paramètres caractéristiques $h$, $c$; et il suffit, en procédant comme pour $m'$, d'évaluer le coefficient actuel d'extinction, que nous appellerons $m''$, de son énergie $\int_X^\infty \gamma^2\,dx = \frac{\pi}{4}ch^2$, pour avoir une équation qui, avec la seconde (5), déterminera de proche en proche la suite de ses déformations.

» Le but de la présente Note sera justement d'évaluer le coefficient actuel d'extinction $m''$ de l'énergie contenue dans la tête de l'intumescence,

et, par suite, de déterminer les formes successives prises par cette tête, qui constitue, pour le physicien, la partie la plus intéressante de l'onde; car, comprenant le front et surtout le sommet, elle en est la mieux définie.

» II. Comme le coefficient cherché $m''$ s'obtient en divisant, par $-a$ et par la valeur actuelle $\frac{1}{4}\pi ch^2$ de l'intégrale $\int_X^\infty \gamma^2 dx$, la dérivée, relative au temps, de cette intégrale, il nous faut d'abord différentier celle-ci par rapport à $t$. Or, sous le signe $\int$, $\frac{d\gamma}{dt}$ pourra être remplacé par sa valeur (1) et, de plus, à la limite inférieure, l'on aura $\gamma = h$, $\frac{dX}{dt} = \omega$. Grâce à l'intégration immédiate du terme principal sous le signe $\int$ et au remplacement permis de $\gamma$ par sa valeur approchée $\varphi(x - at)$ ou $\varphi(\xi)$ dans l'autre terme (en $\mu$), il viendra

$$\frac{d}{dt}\int_X^\infty \gamma^2\,dx = h^2(a-\omega) + 2\mu\frac{\chi}{\sigma}\sqrt{\frac{a}{\pi}}\int_{X-at}^\infty \varphi(\xi)\,d\xi\int_0^\infty \varphi'(\xi+\beta^2)\,d\beta.$$

» On peut, d'une part, y remplacer $a - \omega$ par sa valeur tirée de la première (2), ou mieux de la première (5); d'autre part, introduire $\eta$ au lieu de $\xi$ comme variable d'intégration, en observant que le sommet $h$ de l'onde correspond, dans l'expression approchée (3) de $\gamma$, à la valeur zéro de $X - at$ ou à la valeur $\frac{1}{4}\pi$ de $\eta$, et tenir, d'ailleurs, compte de la troisième formule (4) différentiée en $\xi$. On trouve alors

$$(6)\quad \frac{d}{dt}\int_X^\infty \gamma^2\,dx = \mu\frac{\chi}{\sigma}h^2\sqrt{\frac{\pi ac}{2}}\left[\frac{3}{16} - 8\int_0^{\frac{\pi}{4}}\sin^2\eta\cos^2\eta\,\frac{d}{d\eta}\left(\sin^{\frac{3}{2}}\eta\cos^{\frac{1}{2}}\eta\right)d\eta\right].$$

» Enfin, divisant par la valeur actuelle, $-\frac{1}{4}\pi ach^2$, de $-a\int_X^\infty \gamma^2\,dx$, et effectuant sous le signe $\int$ la différentiation indiquée en $\eta$, il vient le coefficient d'extinction cherché $m''$, dont le rapport à la valeur (5) de $m$ se trouve avoir l'expression

$$(7)\qquad \frac{m''}{m} = -\frac{3}{\pi} + \frac{64}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{4}}\left(3\sin^{\frac{5}{2}}\eta\cos^{\frac{7}{2}}\eta - \sin^{\frac{9}{2}}\eta\cos^{\frac{3}{2}}\eta\right)d\eta.$$

» III. Reste à calculer l'intégrale définie paraissant au second membre de (7). Si ses limites étaient o et $\frac{\pi}{2}$ (ce qui a lieu dans l'expression de $m'$), elle constituerait la différence de deux intégrales eulériennes, immédiatement évaluables par des propriétés bien connues de la fonction $\Gamma$. Mais comme il n'en est pas ainsi, nous y réduirons la quantité sous le signe $\int$

d'abord à une différentielle binôme et puis à une différentielle rationnelle, au moyen de deux transformations qui reviennent finalement à poser, en appelant $\alpha$ la nouvelle variable, $\alpha^4 = -1 + \sin^{-2}\eta$. La formule (7) est alors

$$(8)\qquad \frac{m''}{m} = -\frac{3}{\pi} + \frac{128}{\pi}(3\mathrm{I}_2 - 7\mathrm{I}_3 + 4\mathrm{I}_4) \qquad \text{où} \qquad \mathrm{I}_n = \int_1^\infty \frac{d\alpha}{(1+\alpha^4)^n}.$$

On ramène $\mathrm{I}_n$ à $\mathrm{I}_{n-1}$, pour $n > 1$, en observant que la différence $\mathrm{I}_n - \mathrm{I}_{n-1}$, identique à $\frac{1}{4n-4}\int_{\alpha=1}^{\alpha=\infty} \alpha\, d\frac{1}{(1+\alpha^4)^{n-1}}$, s'intègre par parties. Il en résulte

$$(9)\qquad \mathrm{I}_n = -\frac{1}{(4n-4)2^{n-1}} + \frac{4n-5}{4n-4}\mathrm{I}_{n-1}.$$

D'ailleurs, un calcul direct donnant

$$(10)\quad \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{1+\alpha^4} = \frac{1}{2\sqrt{2}}\left[\log\sqrt{\frac{(\alpha\sqrt{2}+1)^2+1}{(\alpha\sqrt{2}-1)^2+1}} + \operatorname{arctang}(\alpha\sqrt{2}+1) + \operatorname{arctang}(\alpha\sqrt{2}-1)\right],$$

et, par suite,

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \mathrm{I}_1 &= \frac{1}{2\sqrt{2}}\left[\pi - \log(1+\sqrt{2}) - \operatorname{arctang}(\sqrt{2}+1) - \operatorname{arccot}(\sqrt{2}+1)\right] \\ &= \frac{1}{2\sqrt{2}}\left[\frac{\pi}{2} - \log(1+\sqrt{2})\right], \end{aligned}\right.$$

la formule (8) devient finalement, si l'on y exprime d'abord $\mathrm{I}_4$ en fonction de $\mathrm{I}_3$, puis $\mathrm{I}_3$ en fonction de $\mathrm{I}_2$ et $\mathrm{I}_2$ en fonction de $\mathrm{I}_1$,

$$(12)\quad \frac{m''}{m} = \frac{11}{3\pi} + \frac{8}{\pi}\mathrm{I}_1 = \sqrt{2} + \frac{11}{3\pi} - \frac{2\sqrt{2}}{\pi}\log(1+\sqrt{2}) = \sqrt{2} + 0{,}3736 = 1{,}7878.$$

» Ainsi le rapport $\frac{m''}{m}$, tout en étant inférieur à 2, excède, de 0,3736, le rapport analogue $\sqrt{2}$ de $m'$ à $m$, qui, d'ailleurs, s'il n'était déjà obtenu par l'emploi des intégrales eulériennes, s'évaluerait de la même manière, mais plus simplement [car $\alpha$ varierait alors, sous le signe $\int$ de $\mathrm{I}_2$, $\mathrm{I}_3$, $\mathrm{I}_4$, depuis zéro jusqu'à l'infini, ce qui ferait disparaître de la formule (9) le second terme et de l'expression de $\mathrm{I}_1$ tout logarithme]. L'énergie décroît donc notablement plus vite dans la tête de l'onde que dans l'onde entière, sans cependant diminuer autant que le carré de la hauteur $h$ du sommet ou de la compression $\gamma$ maxima. En d'autres termes, *la tête de l'onde s'allonge sans cesse, mais beaucoup moins que la queue :* double circonstance

que montrent bien, en effet, les courbes de pression observées par MM. Violle et Vauthier.

» IV. Quand la tête de l'onde conserve sensiblement la forme (3), avec $h$ et $c$ lentement variables en fonction du temps $t$, l'énergie qu'elle contient est sans cesse proportionnelle au produit $ch^2$, et les deux coefficients respectifs d'extinction $m''$, $m$ sont entre eux comme $\frac{d.ch^2}{ch^2}$, $\frac{dh}{h}$. La relation obtenue (12) revient donc à écrire $d(ch^{2-1,7878}) = 0$, ou, en appelant $h_0$, $c_0$ les valeurs *initiales*, censées données, de $h$ et $c$ pour $t = 0$,

$$ch^{0,2122} = c_0 h_0^{0,2122}. \tag{13}$$

Or, d'autre part, la deuxième formule (5) signifie que

$$\frac{1}{h}\frac{dh}{dt} = -\frac{\mu\sqrt{\pi}}{4\sqrt{2ac}}\frac{\chi}{\sigma}a,$$

où l'on peut remplacer $\sqrt{2ac}$ par sa valeur en $h$ tirée de (13); et il en résulte une seconde équation différentielle dont l'intégration, immédiate, donne

$$\left(\frac{h_0}{h}\right)^{0,1061} = 1 + 0,1061\frac{\mu\sqrt{\pi}}{4\sqrt{2ac_0}}\frac{\chi}{\sigma}at. \tag{14}$$

Celle-ci fera connaître, à toute époque $t$, la *hauteur* $h$ du sommet ou la condensation maxima $\gamma$ produite par l'onde à son passage (1). Après quoi l'équation précédente (13), devenue, par l'élimination de $h$,

$$\sqrt{\frac{c}{c_0}} = 1 + 0,1061\frac{\mu\sqrt{\pi}}{4\sqrt{2ac_0}}\frac{\chi}{\sigma}at, \tag{15}$$

---

(1) Il ne faut cependant pas confondre la *situation* X *du sommet*, où s'annule la dérivée de $\gamma$ en $x$, avec celle du maximum *local* (ou sur place) de $\gamma$, caractérisé par l'annulation de la dérivée de $\gamma$ en $t$. En appelant $X_1$ l'abscisse de ce maximum local et $\omega_1$ sa dérivée par rapport à $t$ (*vitesse correspondante de propagation*), l'équation (1), où l'on remplacera la dérivée de $\gamma$ en $x$ par $\varphi''(0)(X_1 - X)$, après avoir annulé le premier membre et réduit, dans le dernier terme, $x$ à X ou $\xi$ à zéro, donnera, si l'on différentie finalement en $t$,

$$X_1 - X = \frac{\mu}{\sqrt{\pi a}}\frac{\chi}{\sigma}\int_0^\infty \frac{\varphi'(\beta^2)}{\varphi''(0)}d\beta = \frac{\mu\sqrt{\pi}}{8\sqrt{2a}}\frac{\chi}{\sigma}c^{\frac{3}{2}},$$

$$\omega_1 - \omega = \frac{3}{2}\frac{\mu\sqrt{\pi}}{8\sqrt{2a}}\frac{\chi}{\sigma}c^{\frac{1}{2}}\frac{dc}{dt} = \frac{a-\omega}{a}\frac{dc}{dt} = \frac{8}{3}(0,1061)\frac{a-\omega}{a}(a-\omega).$$

Le *maximum local* se propage donc avec la même *célérité* $\omega$ que le *sommet*, sauf erreur beaucoup plus petite que le *ralentissement* $a - \omega$.

déterminera, pour la même époque, le paramètre $c$ caractéristique de la longueur apparente de la tête de l'onde. Enfin, le *ralentissement* $a - \omega$, dû au frottement et à la conductibilité de la paroi, sera, en éliminant $c$ de la première formule (5),

$$(16) \qquad a - \omega = \frac{3\mu\sqrt{\pi}}{32}\frac{\chi}{\sigma}\left(\sqrt{2ac_0} + 0,1061\frac{\mu\sqrt{\pi}}{4}\frac{\chi}{\sigma}at\right).$$

*La vitesse* $\omega$ *de propagation décroît sans cesse,* comme l'avait observé Regnault.

» Après un parcours assez grand, le second membre de (14) et (15) se réduira sensiblement à son dernier terme. On voit que, alors, la tête de l'onde aura ses longueurs successives en raison directe du carré des temps $t$, et ses hauteurs $h$ en raison inverse de leur puissance à exposant $\frac{1}{0,1061}$, c'est-à-dire de la neuvième environ. Mais ces hauteurs se trouveront, sans doute, trop réduites pour qu'on puisse encore les observer et constater ainsi le ralentissement $a - \omega$ de la propagation, alors moins petit qu'au début puisqu'il sera proportionnel aux temps $t$ (¹). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations birationnelles des courbes algébriques.* Note de M. **H. Poincaré.**

« On sait que Nöther et Halphen ont démontré que l'on peut toujours, par une transformation birationnelle, transformer une courbe algébrique plane quelconque en une courbe algébrique plane dont tous les points multiples sont à tangentes séparées.

---

(¹) Je profite de l'occasion pour compléter la Note insérée à la fin de mon Mémoire de juillet 1891 du *Journal de Physique,* et consacrée au calcul approximatif de l'extinction d'une onde liquide *solitaire* par son assimilation à une intumescence qui aurait l'équation (3). On peut attribuer à celle-ci non seulement la même hauteur, *mais encore la même énergie* qu'à l'onde solitaire proposée, en prenant

$$c = \frac{8}{3\pi}\left(2\mathrm{H}\sqrt{\frac{\mathrm{H}}{3h'_1}}\right);$$

alors les valeurs de $\varepsilon_1$, $\varepsilon'$ qui en résultent et celle du coefficient du second membre de la dernière équation de la Note citée se trouvent multipliées par $\sqrt{\frac{3\pi}{8}}$ ou augmentées des $\frac{85}{1000}$ environ de leurs valeurs respectives.

» On peut aller plus loin et montrer :

» 1° Qu'on peut toujours transformer une courbe quelconque en une courbe gauche dénuée de toute singularité ;

» 2° Qu'on peut toujours la transformer en une courbe plane n'ayant d'autre singularité que des points doubles ordinaires.

» Bien que ces deux théorèmes puissent sembler presque évidents, il y aura peut-être quelque intérêt à en donner une démonstration qui soit à l'abri de toute objection. Soit

$$f(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

l'équation d'une courbe plane mise sous forme homogène.

» Je puis toujours supposer :

» 1° Que le triangle de référence ait été choisi de telle façon que la courbe ne passe par aucun de ses trois sommets

$$(x = 0, y = 0;\ x = 0, z = 0;\ y = 0, z = 0,$$

et que ses trois côtés

$$(x = 0, y = 0, z = 0)$$

ne passent par aucun point multiple ;

» 2° Et, en vertu du théorème de Nöther, que tous les points multiples ont leurs tangentes séparées.

» Par chacun des points multiples faisons passer une droite arbitraire, et soit $\varphi_1$ le produit des premiers membres des équations de ces droites.

» Par chacun des points multiples faisons passer encore une autre droite arbitraire et soit $\varphi_2$ le produit des premiers membres des équations de ces droites.

» Les polynômes $\varphi_1$ et $\varphi_2$ seront de même degré.

» Je puis toujours supposer :

» 1° Que les droites $\varphi_2 = 0$ ne passent en dehors des points multiples par aucun des points d'intersection de la courbe $f = 0$, et des droites $\varphi_1 = 0$.

» 2° Que les droites $\varphi_1 = 0$ ne passent par aucun des points d'intersection de $f = 0$ et de $z = 0$.

» 3° Que les droites $\varphi_2 = 0$ passent par un des points d'intersection de $f = 0$ et de $y = 0$, et ne passent pas par les autres.

» Posons

$$(2) \qquad \begin{cases} X_1 = x\varphi_1, & X_2 = y\varphi_1, & X_3 = z\varphi_1, \\ X_4 = x\varphi_2, & X_5 = y\varphi_2, & X_6 = z\varphi_2. \end{cases}$$

» Si nous considérons $X_1$, $X_2$, $X_3$, $X_4$, $X_5$ et $X_6$ comme les coordonnées homogènes d'un point dans l'espace à cinq dimensions, ces équations (2) définiront une courbe C dans cet espace. Cette courbe C sera dépourvue de toute singularité. A tout point simple de (1) correspondra un point simple de C. A tout point multiple d'ordre $n$ de (1) correspondront $n$ points simples distincts de C.

» Cela posé, considérons $X_1$, $X_2$ et $X_6$ comme les coordonnées d'un point dans un plan; les équations (2) définiront une courbe plane C'. Je remarque que $X_1$, $X_2$ et $X_6$ ne peuvent s'annuler à la fois qu'aux points multiples de (1).

» A tout point de (1) correspond, en général, un point de C' et un seul. Mais on pourrait supposer :

» Ou bien qu'à tout point de C' correspond, en général, un seul point de (1), auquel cas la courbe C' n'a qu'un nombre fini de points singuliers;

» Ou bien qu'à tout point de C' correspondent, en général, plusieurs points de (1), de telle sorte qu'à un certain point de vue tous les points de C' pourraient être regardés comme des points multiples.

» Mais cette seconde circonstance ne se présentera pas. En effet, nous savons que les droites $\varphi_2 = 0$ passent par l'un des points d'intersection M de (1) et de $y = 0$. A ce point M de (1) correspond un point de C' à savoir

$$X_2 = X_6 = 0;$$

à ce point de C' ne correspond aucun autre point Q de (1); car ce point Q, s'il existait, devrait satisfaire à l'un des systèmes d'équations

$$f = z = y = 0,$$
$$f = \varphi_2 = y = 0,$$

ce qui est contraire à nos hypothèses.

» La courbe C' n'a donc qu'un nombre fini de points singuliers.

» Cela posé, soit

$$Y = \Sigma \lambda_i X_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6),$$

les λ étant des coefficients constants que je me réserve de déterminer.

» Si je regarde $X_1$, $X_2$, $X_6$ et Y comme les coordonnées homogènes d'un point dans l'espace ordinaire, les équations (2) définissent une courbe gauche C″. Comme $X_1$, $X_2$ et $X_6$ ne s'annulent pas à la fois [sauf aux points multiples de (1) où Y s'annule également], les seuls points singuliers que puisse avoir C″ seront ceux de C′.

» Considérons donc une branche de courbe passant par un point M de (1), ainsi que les branches de courbe correspondantes de C, C′ et C″. Ces diverses branches peuvent être représentées par des développements de la forme suivante : $x$, $y$, $z$, ainsi que les $X_i$ peuvent être développés suivant les puissances entières d'un paramètre $t$, qui s'annule au point M.

» Si M est un point ordinaire de (1), les $X_i$ ne s'annulent pas à la fois pour $t = 0$; si M est un point multiple de (1), les $X_i$ sont divisibles par $t$, mais les $\frac{X_i}{t}$ ne s'annulent pas à la fois.

» On peut envisager aussi, à la fois, deux branches de courbe de (1) passant par deux points M et M′ [qui d'ailleurs peuvent se confondre en un point multiple de (1)]. Développons nos coordonnées suivant les puissances d'un paramètre que j'appellerai $t$ pour la branche qui passe en M et $t'$ pour la branche qui passe en M′. J'appellerai $X'_i$ et Y′ ce que deviennent $X_i$ et Y sur la seconde branche.

» Pour que l'on eût sur C″ un point singulier, il faudrait qu'au point M

$$\frac{d}{dt}\log X_1 = \frac{d}{dt}\log X_2 = \frac{d}{dt}\log X_6 = \frac{d}{dt}\log Y, \tag{3}$$

ou qu'aux points M et M′

$$\frac{X_1}{X'_1} = \frac{X_2}{X'_2} = \frac{X_6}{X'_6} = \frac{Y}{Y'}. \tag{4}$$

» Dans ces égalités (3) et (4), $X_i$ et Y doivent être remplacés par $\frac{X_i}{t}$ et $\frac{Y}{t}$ si M est un point multiple de (1); $X'_i$ et Y′ doivent être remplacés par $\frac{X'_i}{t'}$ et $\frac{Y'}{t'}$ si M′ est un point multiple de (1).

» Or, comme Y dépend linéairement des $\lambda$, pour que l'une des relations (3) ou (4) soit satisfaite, il faut que les $\lambda$ satisfassent à certaines relations linéaires.

» Ces relations linéaires ne peuvent être des identités, puisque la courbe C n'admet pas de point singulier.

» De plus, elles sont en nombre fini, puisque la courbe C′ n'admet qu'un nombre fini de points singuliers.

» On peut donc toujours choisir les $\lambda$ de façon à ce qu'aucune de ces relations ne soit satisfaite et par conséquent de façon à ce que C″ n'ait aucun point singulier.

» Nous avons ainsi transformé notre courbe (1) en une courbe gauche dénuée de toute singularité; pour la transformer en une courbe plane n'ayant que des points doubles, il suffit généralement d'une simple perspective.

» Si le centre de perspective se trouve sur une corde double de la courbe gauche, la perspective présentera un point double; s'il se trouve sur une tangente, la perspective aura un point de rebroussement; s'il se trouve sur une corde triple, la perspective aura un point triple; si, enfin, il se trouve sur une corde double singulière, c'est-à-dire telle que les tangentes aux deux extrémités soient dans un même plan, la perspective aura un point double à tangentes non séparées.

» Les cordes doubles d'une courbe gauche forment une congruence C qui est indécomposable; les tangentes forment une surface S.

» Les cordes triples forment une congruence ou une surface S′.

» Les cordes doubles singulières forment une surface S″; elles ne pourraient, en effet, former une congruence, qui ne pourrait être qu'identique à C que si toutes les cordes doubles étaient singulières, ce qui ne peut avoir lieu que pour les courbes planes.

» Pour que les cordes triples formassent une congruence, qui devrait être identique à C, il faudrait que toutes les cordes doubles fussent des cordes triples.

» Si cela n'a pas lieu, il suffira de prendre le centre de perspective en dehors des trois surfaces S, S′ et S″, pour que la perspective ne présente que des points doubles ordinaires.

» Il est peu vraisemblable qu'il existe des courbes gauches dont toutes les cordes doubles soient triples; s'il y en avait une, il serait aisé d'y étendre notre théorème, en la transformant en une autre qui ne jouirait pas de la même propriété. Soit, en effet, K une pareille courbe; couponsla par un plan P quelconque; par deux des points d'intersection, faisons passer dans ce plan une circonférence ne passant par aucun autre des points d'intersection; transformons alors par rayons vecteurs réciproques en prenant pour centre de transformation un point de cette circonférence. Notre circonférence se transformera en une droite qui sera, pour la courbe

transformée K′, une corde double qui ne sera pas triple. Le théorème s'applique donc à K′ dont toutes les cordes doubles ne sont pas triples et, par conséquent, à K.

» Il serait facile de modifier le raisonnement de façon qu'on puisse l'appliquer directement sans passer par l'intermédiaire du théorème de Nöther. »

M. A. **Milne-Edwards** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier, en collaboration avec M. *E.-L. Bouvier*, dans « *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* », sous le titre « Description des Crustacés de la famille des Paguriens recueillis pendant l'expédition du *Blake* dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique ».

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Jaggi** adresse une troisième Note faisant suite à son Mémoire sur la Théorie des fonctions.

(Renvoi à la Commission.)

M. L. **Brasse** adresse, pour le concours du prix Lacaze (Physiologie), un travail qui résume l'ensemble de ses recherches.

(Renvoi à la Commission du prix Lacaze.)

M. F. **Varenne** adresse un projet de système d'aviation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. J.-E. **Falmage** adresse, de Londres, de remarquables échantillons de cristaux de sélénite (gypse), venant d'Utah.

(Renvoi aux Sections de Physique et de Minéralogie.)

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 16 avril, faite à Joal (Sénégal).* Note de M. **A. de la Baume Pluvinel**, présentée par M. Janssen.

« N'ayant pu me rendre au Sénégal pour y observer l'éclipse totale de Soleil du 16 avril dernier, j'ai confié à M. Pasteur, chef du service photographique à l'observatoire de Meudon, les instruments que j'avais préparés en vue de l'observation de cet important phénomène.

» M. Pasteur a été mis à ma disposition par M. Janssen, qui a bien voulu, comme dans d'autres occasions, me prêter certains instruments de l'observatoire de Meudon et me donner une assistance des plus précieuses pour arrêter le programme des observations à faire.

» Mon but a été d'étudier par la photographie la structure de la couronne, son spectre et son intensité actinique.

» On a obtenu neuf images photographiques de la couronne, avec neuf objectifs ayant sensiblement le même foyer ($1^m,50$) et des ouvertures différentes, variant de $155^{mm}$ à $5^{mm}$. Ces neuf objectifs ont été découverts simultanément au commencement de la totalité et fermés un peu avant la fin, de sorte que la durée de la pose a été, pour tous les appareils, de 3 minutes 50 secondes. Dans ces conditions, les images de la couronne ont été formées par des actions photographiques variant suivant les termes d'une progression géométrique ayant pour raison 2,45 et pour termes extrêmes 250 et 0,24 (1). L'image la plus lumineuse était donc mille fois plus intense que celle qui l'était le moins.

» Grâce à cet appareil à neuf objectifs, on a obtenu des images comparables de la couronne, mais plus ou moins étendues suivant la valeur des actions photographiques qui les avaient produites.

» Conformément aux prévisions, les images données par les objectifs les plus lumineux ne sont pas les plus satisfaisantes, car, sur ces images, les

(1) L'action photographique est égale à $100\,\frac{a^2}{f^2}\,t.s$, $a$ étant l'ouverture de l'objectif, $f$ son foyer, $t$ la durée de la pose exprimée en secondes, et $s$ la sensibilité de la plaque, que nous supposons égale à l'unité.

parties extrêmes de la couronne, peu intenses, se confondent avec l'image du ciel, tandis que les parties basses, très lumineuses, sont solarisées. Il en résulte une image peu étendue, sans détails ni contrastes. Quant aux objectifs de faibles diamètres, ils n'ont permis de reproduire que les parties basses de la couronne. En résumé, l'examen des neuf épreuves montre qu'il suffit d'une action photographique égale à quatre pour obtenir une représentation aussi complète que possible de la couronne. Cette action photographique égale à quatre aurait pu être obtenue en posant six secondes seulement avec un objectif de distance focale égale à douze fois son ouverture.

» La structure de la couronne n'a pas présenté l'aspect que l'on s'attendait à lui trouver. Dans toutes les éclipses précédentes, en effet, les panaches de la couronne étaient disposés à peu près symétriquement par rapport à un axe qui coïncidait, à quelques degrés près, avec l'axe de rotation du Soleil. Cette symétrie, très marquée à l'époque des minima de taches, est moins apparente, il est vrai, aux époques des maxima d'activité solaire. Mais, au mois d'avril dernier, la couronne, au lieu d'être symétrique par rapport à l'axe du Soleil, présentait un axe de symétrie très apparent suivant son équateur. Cette structure est très rare et la couronne de 1882, observée aussi à une époque de maxima de taches, est la seule qui présente un caractère analogue, quoique d'une manière moins marquée.

» Les théories que M. Schæberle et M. Bigelow avaient proposées pour expliquer l'existence de la couronne se trouvent en défaut, car les prévisions de ces astronomes relativement à la structure de la couronne sont loin de s'être réalisées.

» Deux spectroscopes photographiques ont fonctionné pendant la durée de la totalité. L'un d'eux a donné un spectre que l'on a pu utilement étudier. Dans la partie voisine du Soleil, le spectre est très intense, et l'on y remarque les raies brillantes suivantes : la raie de l'hélium ($D_3$), la raie coronale (1474), les raies H et K et dix raies de l'hydrogène, dont trois dans la partie visible du spectre (F, G′, *h*) et sept dans l'ultra-violet. Au-dessus de ce spectre intense et dans la région la plus actinique, entre F et H, se trouve un autre spectre beaucoup plus faible que le premier, où, en outre des raies ci-dessus indiquées, on découvre les principales raies fraunhofériennes du spectre solaire. Une étude, même sommaire, du spectre, suffit pour permettre de reconnaître quinze de ces raies.

» La présence des raies de Fraunhofer dans la photographie du spectre coronal vient confirmer les observations que fit M. Janssen en 1871 et en

1883 et qui lui permirent d'affirmer la présence de la lumière solaire réfléchie dans la couronne.

» Le spectroscope employé pour obtenir le spectre en question était muni de deux prismes de flint léger, et l'objectif formant l'image du spectre avait $40^{mm}$ d'ouverture utile et $40^{cm}$ de foyer. La fente était dirigée suivant l'équateur solaire, de manière à obtenir le spectre de la couronne à l'est et à l'ouest du Soleil. Les plaques photographiques étaient sensibles au vert et au jaune.

» Pour mesurer l'intensité actinique du phénomène, on a exposé à la lumière de la couronne, pendant 235 secondes, des plaques sensibles placées derrière des écrans teintés de différentes intensités. Ces écrans, disposés au fond de larges tubes, ne recevaient que la lumière émanée d'un carré du ciel de 6° de côté et ayant la Lune en son centre. Au retour de l'expédition, j'ai répété la même expérience en exposant des plaques sensibles derrière les mêmes écrans, à la lumière de la lampe étalon à l'acétate d'amyle [1].

» J'ai reconnu ainsi, que, pour obtenir le même résultat qu'avec la lumière coronale, il fallait exposer les plaques à $1^m$ de la lampe pendant 800″ environ. On conclut de ce résultat que la quantité de lumière envoyée par la couronne a été à peu près égale à la quantité de lumière qui aurait été envoyée à $1^m$ de distance par une source de lumière trois fois et demie plus intense que la lampe étalon. Mais cette évaluation de l'intensité actinique de la couronne laisse nécessairement à désirer, car le ciel a été voilé par de légers nuages pendant la durée de l'éclipse et par suite le phénomène ne s'est pas manifesté dans toute son intensité.

» Un thermomètre enregistreur d'une grande sensibilité a permis de déterminer l'abaissement de température produit par l'éclipse. Depuis le premier contact jusqu'au second, le thermomètre a baissé régulièrement de 24°,4 à 21°,8 et, après la totalité, il s'est relevé de 21°,8 à 23°.

» Si l'on tient compte de l'abaissement normal de température qui se produit dans l'après-midi, on peut estimer que la température s'est abaissée par le fait de l'éclipse de 1°,8. Si le passage de l'ombre lunaire n'a pas produit un froid plus considérable, c'est que le vent du nord-ouest mélangeait les couches d'air et que l'état brumeux de l'atmosphère atténuait la radiation.

---

[1] Lampe adoptée comme étalon de lumière actinique par les Congrès internationaux de Photographie de 1889 et 1891.

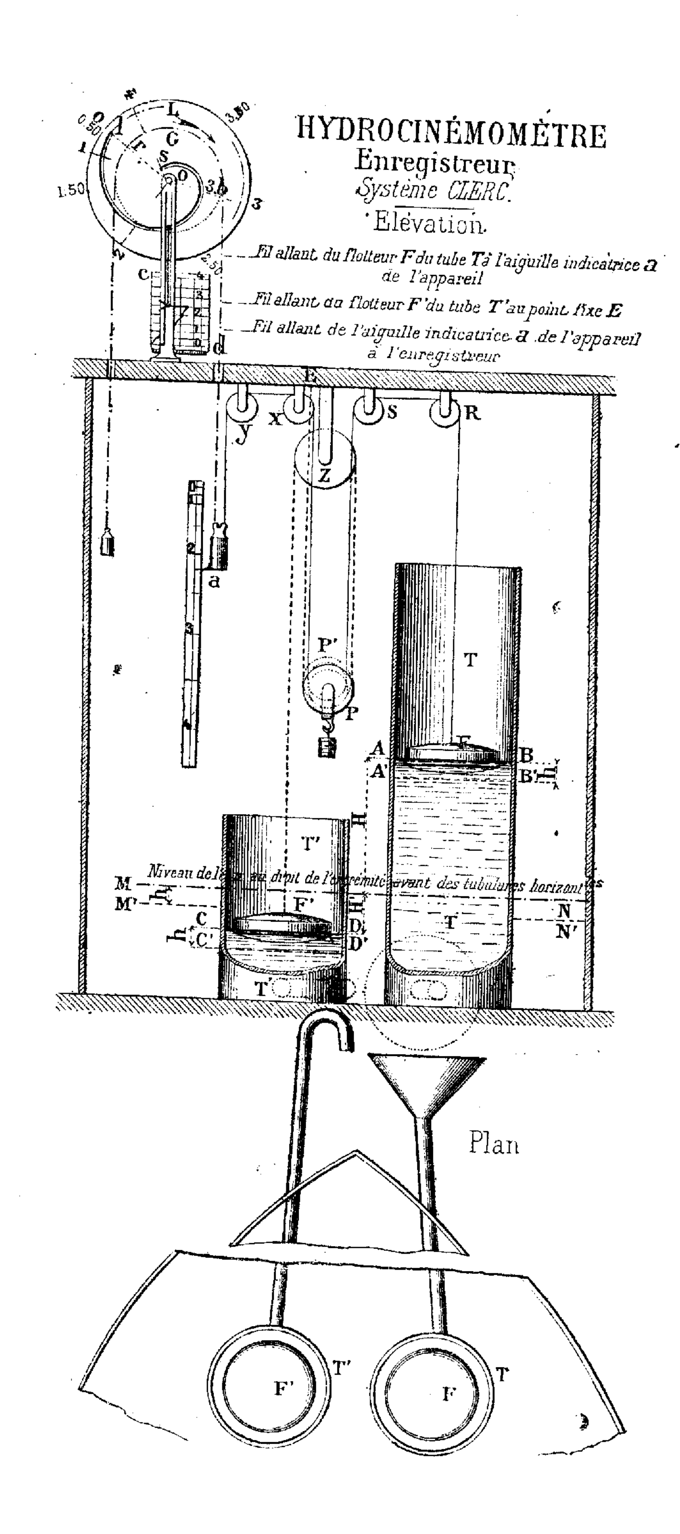
» Dans des conditions atmosphériques analogues, aux îles du Salut, je n'ai constaté aucun abaissement sensible de température pendant l'éclipse du 22 décembre 1889, tandis que, par un ciel d'une grande pureté, à la Canée, le thermomètre s'est abaissé de 6° pendant l'éclipse annulaire de 1890. J'ajouterai qu'à l'île Caroline, en 1883, l'abaissement de température produit par l'éclipse a été de 2°,2. »

MÉCANIQUE. — *Sur un hydrocinémomètre enregistreur.* Note de M. Clerc, présentée par M. Poincaré.

« Au cours d'expériences entreprises, sous la direction de M. l'ingénieur en chef Caméré, pour rechercher et étudier les variations des efforts nécessaires à la traction des bateaux dans les biefs de la basse Seine, j'ai songé à employer le tube de Pitot pour mesurer la vitesse relative d'un bateau par rapport au courant de la rivière. Mais cet emploi présentait une difficulté capitale, provenant de la fluctuation du bateau auquel doit être adapté l'appareil mesureur. La combinaison que j'ai imaginée, et qui est représentée schématiquement sur la figure ci-contre, résout cette difficulté.

» Deux manchons verticaux T et T′ sont disposés à l'intérieur du bateau et communiquent avec la rivière par des tubes horizontaux; le tube du manchon T est ouvert du côté de l'avant; celui du manchon T′ est recourbé pour s'ouvrir vers l'arrière. Dans ces conditions, si le bateau est mis en marche, l'eau s'élève dans le manchon T d'une hauteur H et s'abaisse dans le manchon T′ d'une hauteur H′ par rapport au niveau extérieur MN. La somme $H + H'$ est proportionnelle à $\frac{v^2}{2g}$ ($v$ étant la vitesse relative du bateau par rapport au courant).

» Des flotteurs F et F′ sont placés dans les manchons T et T′. Au flotteur F est attaché un fil, qui, après avoir été renvoyé sur les poulies fixes R et S, s'enroule sur l'une des deux gorges de la poulie mobile P, est renvoyé sur les poulies fixes $x$ et $y$ et aboutit au contrepoids qui porte l'aiguille indicatrice $a$, qui se déplace le long de l'échelle fixe de l'appareil. Au flotteur F′ est attaché un autre fil, qui, après avoir été renvoyé sur la poulie fixe $z$, s'enroule sur la deuxième gorge de la poulie mobile P et vient au piton fixe E, auquel son extrémité est attachée. Le contrepoids du flotteur F se déplace dans un tube vertical fendu suivant une génératrice pour lais-


HYDROCINÉMOMÈTRE
Enregistreur
Système CLERC.
Élévation.
Fil allant du flotteur F du tube T à l'aiguille indicatrice a de l'appareil
Fil allant du flotteur F' du tube T' au point fixe E
Fil allant de l'aiguille indicatrice a de l'appareil à l'enregistreur
Plan

ser passer l'aiguille *a*. Le contrepoids du flotteur F′ est suspendu à la chape de la poulie P et se déplace verticalement entre deux guides latéraux. (Ces guidages ne sont pas représentés sur la figure.)

» Il est facile de voir que, l'appareil étant ainsi disposé, l'aiguille *a* se déplacera sur l'échelle d'une quantité égale à $H + H'$ et ne sera pas influencée par les variations de niveau dues aux fluctuations du bateau. Si, en effet, le bateau est soulevé et si, par suite, le niveau extérieur de l'eau s'abaisse de MN en M′N′ d'une quantité *h*, les niveaux dans les manchons descendront d'une même quantité. Mais, par l'action du flotteur F′, la poulie P se relèvera d'une hauteur $\frac{h}{2}$ et le raccourcissement de la boucle du fil du flotteur F, qui passe sur la poulie P, permettra à ce dernier flotteur de suivre l'abaissement du niveau dans le manchon T, sans que l'aiguille *a* ait à se déplacer.

» Si le bateau sur lequel est installé l'appareil était appelé à subir un important roulis, il est bien entendu que, pour fournir des indications exactes, l'appareil devrait être suspendu à la Cardan et communiquer avec l'extérieur par des tubulures flexibles.

» Les divisions de l'échelle de l'appareil, qui est, en pratique, graduée expérimentalement, sont assez rapidement croissantes, étant définies par une fonction du deuxième degré. Si on les enregistrait sans transformation, le degré de précision dans la lecture de la courbe enregistrée serait moindre pour les faibles vitesses que pour les grandes. J'ai donc cherché à transformer dans l'enregistrement les divisions variables de l'échelle de l'appareil en divisions équidistantes, et j'ai obtenu ce résultat de la manière suivante :

» Sur l'axe de la poulie G, qui transmet le mouvement à l'enregistreur par l'intermédiaire d'un fil attaché au contrepoids portant l'aiguille *a*, est calé un disque L, dans lequel est pratiquée une fente suivant une courbe dont je vais indiquer le tracé. Je divise la circonférence du disque en arcs de dimensions proportionnelles aux divisions de l'échelle de l'appareil, et je mène les rayons du cercle aboutissant aux points 0, 1, 2, ... de la division ainsi obtenue. Sur ces rayons je porte, à partir du centre O, des longueurs $r$, $r - 2b$, ..., $b$ étant la hauteur des divisions équidistantes que je veux obtenir dans l'enregistrement. Les extrémités de ces longueurs définissent la courbe suivant laquelle le disque est fendu; cette courbe est, d'ailleurs, une spirale logarithmique qui a pour équation

$$e = r - bh\frac{\omega^2}{2g}.$$

» Si l'on fait guider le porte-plume de l'enregistreur d'une part par la fente en spirale du disque et, d'autre part, par deux coulisses latérales au disque et parallèles aux ordonnées du diagramme de l'enregistreur, il est évident que l'enregistrement des indications de l'appareil sera fait suivant des divisions équidistantes et de la dimension que l'on désire; la transformation et la réduction ou l'augmentation se faisant en même temps.

» On remarquera que ce système fournit une solution générale très simple pour la transformation, en vue de l'enregistrement ou à tout autre point de vue, d'une échelle à divisions définies par une fonction de degré supérieur en une échelle linéaire donnée.

» L'hydrocinémomètre enregistreur, qui vient d'être décrit, fonctionne depuis quelque temps déjà à bord d'un remorqueur appartenant à l'État et permet d'en mesurer la vitesse relative à $0^m,01$ à la seconde pris. Les données qu'il fournit permettent accessoirement d'étudier la variation de la vitesse du courant dans l'étendue des biefs.

» Cet appareil pourrait également être employé à mesurer et à enregistrer les variations de la chute d'un barrage. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie*. Note de M. **F.-B. de Mas**, présentée par M. Sarrau.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 23 mai 1892), nous avons donné un aperçu de nos premières recherches faites en 1890. En terminant, nous disions : « Notre but est, en comparant les courbes de résis- » tance totale obtenues soit avec des bateaux différents, soit avec un même » bateau dans des conditions différentes, d'arriver à dégager les divers » éléments de cette résistance totale. C'est dans cet esprit que de nou- » velles séries d'expériences ont été entreprises en 1891 et sont mainte- » nant continuées. » L'objet de la présente Note est de rendre compte des expériences faites dans cet ordre d'idées en 1891 et 1892.

» Nous avons continué à opérer en eau calme et indéfinie.

» *Influence de la surface.* — Si l'on expérimente à divers enfoncements un bateau à section maîtresse rectangulaire comme ceux qui naviguent sur les canaux, on constate :

» 1° Que *la section immergée au maître couple* croît comme l'enfoncement;

» 2° Que *la surface mouillée totale* croît moins vite que l'enfoncement;

» 3° Que *la résistance totale* pour une même vitesse croît moins vite que *la section immergée au maître couple* et plus vite que la *surface mouillée totale*.

» Le fait peut s'expliquer en considérant la *résistance totale* comme formée au moins de deux éléments : l'un dépendant de la section immergée au maître couple (*résistance de forme*), l'autre de la surface mouillée totale (*résistance de surface*).

» L'importance de la *résistance de surface,* du frottement de l'eau contre les parois du bateau, ressort du Tableau ci-après où sont consignés les résultats obtenus en expérimentant la flûte *Alma*, à l'enfoncement de 1$^{m}$,60; 1° avec les parois à l'état naturel (bois soigneusement gratté); 2° entièrement recouverte de toile cirée.

| Désignation des vitesses. | | Résistance totale de l'Alma — avec les parois à l'état naturel. | Résistance totale de l'Alma — entièrement recouverte de toile cirée. | Diminution — absolue. | Diminution — relative. | Observations. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitesse | de 0$^{m}$,50..... | 54$^{kg}$ | 28$^{kg}$ | 28$^{kg}$ | 0,48 | |
| | de 1,00..... | 162 | 105 | 57 | 0,35 | |
| | de 1,50..... | 355 | 250 | 105 | 0,30 | |
| | de 2,00..... | 664 | 480 | 184 | 0,28 | |
| | de 2,50..... | 1119 | 812 | 307 | 0,27 | |

» A la vitesse de 1$^{m}$,50 par seconde, par exemple, la résistance totale a été réduite de 30 pour 100, par le fait d'avoir substitué à la surface rugueuse de la coque (bois à l'état naturel) une surface lisse (toile cirée). Le frottement de l'eau sur la toile cirée, bien que très faible, n'est pas absolument nul; il en résulte que, dans le cas considéré, *la résistance due au frottement de l'eau sur la coque à l'état naturel était d'environ un tiers de la résistance totale*.

» *Influence de la longueur.* — En comparant les résultats obtenus avec trois flûtes, ayant même largeur (5$^{m}$,02) et même enfoncement (1$^{m}$,60), ne différant que par la longueur, nous avons constaté que les trois courbes de résistance totale étaient identiques, ainsi qu'on le voit par le Tableau ci-dessous :

| Désignation des bateaux. | Longueur de la partie immergée des coques. | Résistances aux vitesses successives — de 0$^{m}$,50. | de 1$^{m}$,00. | de 1$^{m}$,50. | de 2$^{m}$,00. | de 2$^{m}$,50. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Flûte Alma........ | 37$^{m}$,99 | 54$^{kg}$ | 162$^{kg}$ | 355$^{kg}$ | 664$^{kg}$ | 1119$^{kg}$ |
| Flûte René........ | 30,03 | 51 | 160 | 355 | 665 | 1120 |
| Flûte Adrien...... | 20,55 | 51 | 160 | 355 | 665 | 1120 |

» Ce résultat s'explique, si l'on admet avec Du Buat, que la *résistance de forme* est égale à la somme de la *pression vive* exercée sur l'avant et de la *non pression* exercée sur l'arrière du bateau, la première indépendante de la longueur, la seconde variant en sens inverse de cette longueur ou plutôt du rapport de ladite longueur à la largeur.

» Les formes des trois bateaux étant pareilles, la *pression vive* est la même pour tous; mais, pour les plus courts, la *non pression* est plus considérable, par conséquent aussi la *résistance de forme.* On peut admettre que l'augmentation dans la *résistance de forme,* résultant de la moindre longueur, s'est trouvée précisément compensée par la diminution dans la *résistance de surfacc* résultant de la même cause.

» Toutes nos expériences sur ce point s'accordent à prouver que, *toutes choses égales d'ailleurs, la résistance de forme varie en sens contraire du rapport de la longueur du bateau à sa largeur au maître couple.*

» *Influence des formes.* — Pour mettre en évidence l'influence des formes, nous avons rapproché les résultats d'expériences faites avec des bateaux ayant aussi exactement que possible même longueur, même largeur, même enfoncement et même état de la surface.

» Une première comparaison a porté sur cinq bateaux de $38^m$ de longueur et de $5^m$ de largeur à l'enfoncement de $1^m,60$, à savoir : deux *Péniches,* deux *Flûtes* et une *Toue.*

» La *Péniche* se rapproche autant que possible du parallélipipède rectangle; son coefficient de déplacement est de 0,99.

» La *Flûte* est caractérisée par la forme de l'avant, ogival en plan, avec étrave légèrement convexe, un peu inclinée sur la verticale et léger relèvement du fond; l'arrière présente aussi certaines formes; le coefficient de déplacement varie de 0,94 à 0,95.

» La *Toue,* absolument carrée à l'arrière, présente à l'avant un relèvement curviligne très prononcé du fond; le coefficient de déplacement est d'environ 0,97.

» C'est la Toue qui a donné les meilleurs résultats. A la vitesse de $1^m,50$, par exemple, si la résistance de la Péniche est 1,00, celle de la Flûte est 0,50 et celle de la Toue 0,39 (0,78 seulement de la résistance de la Flûte). L'influence du relèvement du fond aux extrémités paraît prépondérante.

» Pour le vérifier, nous avons comparé avec des flûtes de même longueur et de même largeur, à l'enfoncement de $1^m,30$, enfoncement maximum possible en l'espèce, un *Margotat* et un *Bateau prussien.*

» Le *Margotat* a l'avant et l'arrière pareils, sans aucun affinement, mais avec relèvement du fond suivant un plan doucement incliné.

» Le *Bateau prussien* a les deux extrémités à peu près pareilles, comportant un relèvement curviligne du fond beaucoup plus brusque que le Margotat.

» A la vitesse de $1^{m},50$, les résistances du *Margotat* et du *Bateau prussien* ont été respectivement 0,45 et 0,59 de celles de la Flûte.

» Le relèvement du fond aux deux extrémités présente donc de très grands avantages au point de vue de la traction.

» Nous avons alors cherché un type à recommander pour naviguer alternativement sur les rivières et les canaux. En donnant aux deux extrémités une forme de *cuiller*, on obtient, sans dépasser la longueur de $38^{m},50$ à la ligne de flottaison, ni la largeur de $5^{m}$ au maître couple, des bateaux *dont le coefficient de déplacement reste compris entre* 0,95 *et* 0,90, *et l'on peut compter que, sur les rivières, l'effort de traction se réduirait à* 0,25 *environ de celui qu'exigent les péniches.* »

PHYSIQUE. — *Rayonnement de différents corps réfractaires, chauffés dans le four électrique.* Note de M. **J. Violle.**

« J'ai étudié le rayonnement de divers corps portés à haute température dans le four électrique.

» Il importait d'abord de savoir si l'on pouvait trouver dans l'arc, comme l'avait annoncé Rossetti, une température notablement supérieure à celle du charbon positif.

» Pour le reconnaître j'ai introduit normalement dans l'arc une fine baguette de charbon.

» Cette baguette s'use rapidement, se creusant du côté qui regarde la cathode et se recouvrant d'un dépôt pulvérulent en face de l'anode. En un mot, elle se comporte exactement comme un fil de métal dans un bain galvanoplastique, suivant la loi de Grotthus. N'est-ce pas d'ailleurs une véritable électrolyse que cette dépolymérisation signalée par M. Berthelot dans les « Remarques » qu'il a bien voulu présenter au sujet d'une de nos précédentes Communications?

» En appliquant à l'examen de la cavité offerte par la baguette les méthodes qui m'ont servi à étudier l'extrémité du charbon positif (Spectrophotométrie, Photographie), j'ai trouvé que l'éclat lumineux était le même sur la baguette que sur le charbon positif.

» Pour introduire dans le four les substances sur lesquelles on voulait opérer, on avait pratiqué dans la paroi, normalement à la direction de l'arc, un trou horizontal dans lequel on pouvait faire glisser une tige de charbon présentant une échancrure sur laquelle reposait le corps à étudier. On pouvait donc l'amener dans l'arc même, ou le chauffer à quelque distance, ou enfin ne l'introduire dans l'enceinte qu'après extinction de l'arc. On a dû, en effet, varier les conditions de l'expérience suivant la fusibilité, suivant la volatilité et suivant la réductibilité de la substance.

» J'ai opéré sur du charbon, de la chaux, de la magnésie, de la zircone et de l'oxyde de chrome; et j'ai constaté que ces substances si différentes offrent dans le four exactement le même éclat, impressionnent également l'œil ou la plaque photographique. Ainsi, dans une enceinte fermée dont tous les points sont à la même température, tous ces corps sont en équilibre de rayonnement, suivant la loi de Kirchhoff. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *L'autoconduction ou nouvelle méthode d'électrisation des êtres vivants; mesure des champs magnétiques de grande fréquence.* Note de M. **A. d'Arsonval**, présentée par M. A. Cornu.

« On emploie actuellement en Électrothérapie trois procédés principaux d'électrisation qui sont : 1° la *franklinisation*, 2° la *voltaïsation*, 3° la *faradisation*, suivant que l'on a recours, comme source électrique, aux machines électrostatiques, à la pile ou à la bobine d'induction. A ces trois méthodes, j'en ai récemment ajouté deux autres : 1° la voltaïsation sinusoïdale (1), et 2° l'électrisation par les courants de haute fréquence (2). Dans tous ces procédés, le corps humain est mis en communication matérielle avec la source électrique au moyen de conducteurs appropriés qui constituent les rhéophores. Dans la nouvelle méthode que je vais décrire sous le nom d'*autoconduction*, il n'en est plus ainsi : l'être en expérience est complètement isolé de la source électrique. Les courants qui circulent dans l'individu ne lui parviennent pas au moyen de conducteurs; ils prennent naissance dans ses propres tissus, jouant le rôle de circuit induit fermé sur lui-même (3).

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 21 mars 1891; *Archives de Physiologie*, janvier 1892 et avril 1893.

(2) Voir *Société de Biologie*, 1891; *Archives de Physiologie*, avril 1893.

(3) Voir *Société de Biologie*, 4 février 1893.

» Ces courants peuvent acquérir une puissance considérable, car ils ne produisent aucune douleur ni aucun phénomène conscient chez l'individu qui en est le siège. Ils agissent néanmoins énergiquement sur la vitalité des tissus.

» J'obtiens ce résultat en plongeant le sujet tout entier, ou une partie seulement de son corps, dans un champ magnétique oscillant, de très haute fréquence.

» Ce champ magnétique alternatif est produit de la façon suivante (*fig.* 1 et 2) : sur un cylindre en matière isolante (carton, bois ou verre, suivant les dimensions de l'appareil), est enroulé, en une ou plusieurs couches, un câble à lumière soigneusement isolé. On constitue de la sorte un

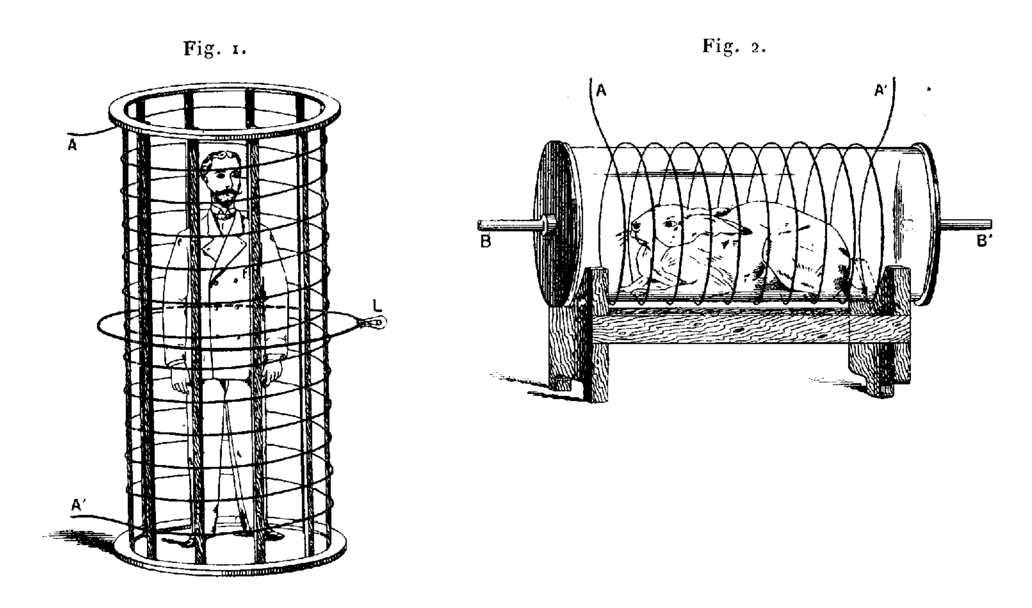


Fig. 1. Fig. 2.

solénoïde, *dans l'intérieur* duquel on place le sujet à électriser. Ce solénoïde est traversé par la décharge d'un condensateur, rendue oscillatoire par les procédés décrits dans ma conférence à la Société de Physique (20 avril 1892).

» J'emploie, comme condensateur, de deux à douze bouteilles de Leyde cylindriques, disposées en deux batteries, reliées en cascade, dont la surface couverte a $50^{cm}$ de haut sur $20^{cm}$ de diamètre.

» La charge est effectuée périodiquement par un transformateur donnant environ 15 000 volts. Ce transformateur est animé par un alternateur Siemens, sans fer, pouvant donner, au maximum, un courant de 12 ampères sous 350 volts.

» La fréquence est de soixante périodes par seconde. Dans ces conditions, la puissance d'induction du solénoïde, sur tout corps conducteur plongé dans son intérieur, est vraiment étonnante, comme le montrent les expériences suivantes :

» 1° On plonge dans un solénoïde (composé de trois à cinq tours d'un câble à 10 brins de $8^{mm}$ carrés) un fil de cuivre roulé en un cercle unique dont les extrémités portent une lampe de 100 bougies, consommant 3 ampères sous 110 volts; cette lampe est portée au blanc éblouissant;

» 2° Un homme arrondit ses bras de façon à embrasser le solénoïde et tient dans chaque main les extrémités d'une lampe à incandescence. Le circuit formé par les bras est le siège d'un courant induit assez puissant pour allumer cette lampe qui prend $\frac{1}{10}$ d'ampère environ. On diminue, autant que possible, la résistance de la peau des mains, en les plongeant dans deux vases contenant de l'eau salée chaude.

» L'alternateur peut être remplacé par une puissante bobine de Ruhmkorff qu'animent des accumulateurs pour opérer la charge périodique du condensateur. Les effets sont naturellement moins puissants, mais ce dispositif suffit néanmoins pour mettre en évidence la puissance d'induction du champ magnétique et son action sur l'organisme.

» Pour mesurer la puissance de champs magnétiques de cette fréquence, j'ai complètement échoué avec toutes les méthodes de mesure usitées pour les basses fréquences. Cette mesure était essentielle dans mes recherches, pour pouvoir me placer toujours dans des conditions identiques. Je suis parvenu à l'effectuer très simplement en utilisant les courants de Foucault, de la manière suivante.

» Dans un petit solénoïde, relié en série, au grand qui contient l'animal, je plonge un thermomètre à mercure. Le mercure est le siège de courants de Foucault qui l'échauffent très rapidement. Avec quatre jarres, la température du thermomètre s'élève à plus de 150° en quelques secondes.

» L'effet calorifique mesure le produit de la fréquence par le carré du courant et permet d'opérer dans des champs identiques. Pour les faibles puissances, où il faut tenir compte des variations de la température de l'air, je remplace le thermomètre à mercure par un thermomètre à pétrole ou à air dont le réservoir renferme un petit tube de cuivre.

» Ce mode d'électrisation exerce une action très puissante sur les phénomènes intimes de la nutrition, comme le montrent l'analyse des produits de la respiration et le fonctionnement des organismes inférieurs. Je reviendrai en détail sur ces effets, me bornant dans cette Note à indiquer les procédés physiques qui m'ont permis de les obtenir. »

A l'occasion de cette Communication, M. **Cornu** ajoute :

« M. d'Arsonval nous a rendus témoins, M. Marey et moi, des principaux résultats consignés dans la Note précédente. Nous avons été particulièrement frappés de l'expérience dans laquelle six lampes (125 volts — 0,8 ampère) ont été portées à l'incandescence dans le circuit formé par nos bras, circuit formant dérivation sur les extrémités du solénoïde induit par les décharges oscillantes. Nous n'avons pas éprouvé la moindre impression par le passage du flux électrique auquel nous étions soumis : on ne pouvait cependant pas douter de l'énorme quantité d'énergie traversant notre corps (900 volts $\times$ 0,8 ampère = 720 watts) : elle se manifestait soit par l'incandescence des lampes, soit par les étincelles vives et nombreuses qui se produisaient à la rupture du circuit. Cette même quantité d'énergie électrique, transmise sous forme de courants alternatifs à longues périodes (de 100 à 10000 par seconde), aurait suffi pour nous foudroyer : dans les conditions ci-dessus, elle ne produisait aucune sensation appréciable. »

CHIMIE. — *Sur l'acide chromopyrosulfurique.* Note de M. A. **Recoura** (1).

« J'ai fait voir récemment (*Comptes rendus,* 12 juin 1893) que l'on peut combiner 1 molécule de sulfate de chrome avec 1, 2 ou 3 molécules d'acide sulfurique et que l'on obtient ainsi trois acides à radical complexe : l'acide chromosulfurique $(SO^4)^2Cr^2(SO^4H)^2$, l'acide chromodisulfurique $(SO^4)Cr^2(SO^4H)^4$, l'acide chromotrisulfurique $Cr^2(SO^4H)^6$.

» J'ai réussi depuis à combiner le sulfate de chrome avec une quantité plus grande d'acide sulfurique et j'ai ainsi obtenu *des composés nouveaux qui présentent des propriétés complètement différentes de celles des trois acides chromosulfuriques, et des caractères qui n'ont été observés jusqu'ici chez aucun composé du chrome.*

» L'un de ces composés résulte de la combinaison de 1 molécule de sulfate de chrome avec 4 molécules d'acide sulfurique. L'autre résulte de la combinaison de 1 molécule de sulfate de chrome avec 5 molécules d'acide sulfurique. Je décrirai d'abord ce dernier, dont l'étude est plus simple. Je l'appelle *acide chromopyrosulfurique.*

» *Préparation.* — On évapore au bain-marie une dissolution renfermant

(1) Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

1 molécule de sulfate de chrome et 5 molécules d'acide sulfurique. On obtient ainsi un liquide sirupeux *vert foncé*, que l'on maintient ensuite à l'étuve à 110°-115° pendant un jour ou deux. Le composé subit alors *à cette température* une modification profonde. Il se solidifie sous la forme de lamelles transparentes, vitreuses, cassantes, d'une couleur vert-bouteille beaucoup moins intense que la couleur du composé liquide. C'est ce composé que j'appelle *acide chromopyrosulfurique*. Son analyse montre que, pour 1 molécule $Cr^2O^3$, il renferme 8 molécules $SO^3$.

» *Constitution.* — Je dirai tout de suite, pour la clarté de ce qui va suivre, que l'étude raisonnée de toutes ses réactions m'a conduit à admettre que sa constitution est exprimée par la formule $(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2$, c'est-à-dire que la réaction qui lui donne naissance est la suivante

$$(SO^4)^3Cr^2 + 5SO^4H^2 = (S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2 + 2H^2O;$$

on voit que cette constitution est analogue à celle des acides chromosulfuriques, avec cette double différence que, en premier lieu, ce composé, au lieu de dériver de l'acide sulfurique $SO^4H^2$ comme les acides chromosulfuriques, *dérive de la même façon de l'acide pyrosulfurique* $S^2O^7H^2$, et, en second lieu, ce composé renferme deux groupes OH reliés directement au chrome et remplaçables par des oxydes métalliques, comme cela a lieu dans les chromites qui dérivent de l'hydrate $Cr^2O^2(OH)^2$. Cette constitution va être justifiée par l'exposé des propriétés de ce corps.

» *Propriétés.* — Ces propriétés sont absolument différentes de celles que l'on observe, non seulement chez les trois acides chromosulfuriques, mais aussi chez les composés du sesquioxyde de chrome en général. Ce corps, très soluble dans l'eau, donne une *dissolution vert jaunâtre opaline*, beaucoup moins colorée qu'une dissolution de même titre des acides chromosulfuriques, et d'un vert complètement différent. Sous l'influence de différents réactifs, cette dissolution éprouve des dédoublements que je vais exposer.

» *Action des sels métalliques.* — La propriété la plus curieuse est la suivante : *La dissolution d'acide chromopyrosulfurique précipite toutes les dissolutions des sels métalliques, même les dissolutions des sels de potasse, de soude et d'ammoniaque.* D'une manière générale, quand on verse, dans la dissolution d'acide chromopyrosulfurique, une dissolution d'un sel métallique quelconque, il se produit un précipité blanc verdâtre floconneux, qui renferme du chrome, de l'acide sulfurique et le métal de la dissolution.

» Tous les métaux se conduisent de même. Je vais prendre comme exemple le cuivre. Si l'on verse, dans une dissolution renfermant 1 molé-

cule d'acide chromopyrosulfurique, 1 molécule de sulfate de cuivre ou une quantité plus grande, il se produit un précipité blanc verdâtre *complètement insoluble,* qui renferme tout le chrome, c'est-à-dire 1 molécule $Cr^2O^3$, 4 molécules $SO^3$ et un atome de cuivre. Il semblerait donc que l'on doive attribuer à ce précipité la composition $Cr^2 3SO^4, SO^4Cu$, c'est-à-dire le considérer comme du chromosulfate de cuivre. Mais il n'en est rien, car, d'une part, le chromosulfate de cuivre est très soluble, et, d'autre part, il est facile de démontrer expérimentalement que, *dans ce précipité, le cuivre n'est pas combiné avec l'acide sulfurique, mais avec le chrome.* Pour cela, il suffit de faire bouillir ce précipité pendant quelques instants avec une quantité de soude équivalente à l'acide sulfurique qu'il renferme, 8NaOH. Il se produit 4 molécules de sulfate de soude et il reste un composé insoluble *vert,* exempt d'acide sulfurique, qui renferme tout l'oxyde de cuivre et tout l'oxyde de chrome combinés, c'est-à-dire du chromite de cuivre. Cette expérience démontre bien que le cuivre n'était pas combiné à l'acide sulfurique, car, dans ce cas, l'oxyde de cuivre déplacé par la soude aurait immédiatement noirci à l'ébullition.

» Ainsi donc, dans le précipité donné par un sel de cuivre dans la dissolution d'acide chromopyrosulfurique, le cuivre s'est combiné avec le chrome. Ce précipité a donc pour composition

$$(SO^3)^4Cr^2O^3, CuO = (S^2O^7)^2Cr^2(O^2Cu).$$

En admettant la formule que j'ai proposée au début pour l'acide chromopyrosulfurique, la réaction serait

$$(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2 + SO^4Cu + 2H^2O = (S^2O^7)^2Cr^2(O^2Cu) + 5SO^4H^2.$$

Elle est la même si l'on met un excès de sulfate de cuivre.

» Avec un sel de potassium, la réaction est la même :

$$(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2 + 2KCl + 2H^2O = (S^2O^7)^2Cr^2(OK)^2 + 2HCl + 4SO^4H^2.$$

» Il en est de même pour les autres métaux. *Tous ces précipités, même ceux qui sont donnés par les sels alcalins, sont absolument insolubles.* C'est pour cette raison et pour celle que j'ai indiquée plus haut, que j'admets dans l'acide chromopyrosulfurique l'existence de deux groupes OH reliés au chrome, remplaçables par des oxydes métalliques.

» On voit, en outre, que, dans toutes ces réactions, l'acide chromopyrosulfurique abandonne 4 molécules $SO^4H^2$ qui restent libres dans la liqueur. Ce dédoublement, que nous retrouverons dans toutes les réactions de ce composé, est un premier argument en faveur de la constitution

que j'ai proposée. Nous allons en trouver un nouvel exemple dans l'action des alcalis.

» *Action des alcalis.* — Les solutions alcalines se conduisent comme les solutions salines. Si, dans une dissolution renfermant une molécule d'acide chromopyrosulfurique, on verse progressivement une liqueur titrée de soude, il se produit *dès le début* un précipité blanc verdâtre, qui a pour composition brute $Cr^2(SO^4)^4Na^2$, et l'on reconnaît que la liqueur est neutre quand on a versé $10NaOH$. La réaction est donc

$$(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2 + 10NaOH = (S^2O^7)^2Cr^2(ONa)^2 + 4SO^4Na^2 + 8H^2O.$$

» On voit que le dédoublement de l'acide chromopyrosulfurique est ici le même qu'avec les sels métalliques, et que cet acide qui, au point de vue de la neutralité, se comporte comme un acide décabasique, n'est, en réalité, par suite de son dédoublement, qu'un acide bibasique.

» *Pyrosulfochromites.* — On voit que tous ces précipités donnés par les dissolutions métalliques dans la dissolution d'acide chromopyrosulfurique seraient les sels du composé $(S^2O^7)^2Cr^2(OH)^2$. J'ai réussi à préparer ce composé, que j'ai appelé *hydrate pyrosulfochromique.* C'est un véritable *acide du chrome,* acide bibasique à radical complexe, dont j'appelle les sels *les pyrosulfochromites.* Dans une prochaine Note, je décrirai la préparation de ce composé et j'étudierai les autres réactions de l'acide chromopyrosulfurique, qui confirmeront la constitution que j'ai proposée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution des matières colorantes du groupe de la fuchsine.* Note de MM. **Prud'homme** et **C. Rabaut**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences, le 30 janvier 1892, M. Rosenstiehl a établi que les matières colorantes du groupe de la rosaniline peuvent former des sels acides, à 4 atomes de chlore ou de brome. Il en conclut qu'elles-mêmes ne sont pas des sels d'amines, mais les éthers du triphénylcarbinol amidé. La parafuchsine, par exemple, ne répondrait pas à la formule

$$(C^6H^4.AzH^2)^2 = C - C^6H^4, \quad \text{(avec } \diagdown\diagup\ AzH.HCl\text{)}$$

mais devrait être représentée par $(C^6H^4.AzH^2)^3 \equiv CCl$.

» Les faits que nous allons exposer nous semblent militer en faveur de cette manière de voir. Si l'on fait passer, à froid, un courant de gaz ammo-

niac sec sur de la fuchsine en poudre fine (chlorhydrate), desséchée à 100° dans le vide, on constate un dégagement de chaleur, en même temps que les petits cristaux vert mordoré se transforment, après l'absorption de 1 molécule d'ammoniaque, en une poudre d'un pourpre violacé, qui prend elle-même finalement un ton carminé clair. L'ammoniaque, fixée jusqu'à refus, correspond à 2 molécules, pour 1 molécule de fuchsine. Sous l'influence de la chaleur, l'ammoniaque se dégage en totalité, pendant que le produit reprend, en sens inverse, les colorations et les aspects qu'il avait affectés, lors du passage du gaz ammoniac. Si la fuchsine était le chlorhydrate d'une amine secondaire, elle se serait scindée, comme nous l'expliquons plus loin, en $AzH^4Cl$ et $(C^6H^4.AzH^2)^2 = C - C^6H^4$,

$$\diagdown\diagup$$
$$AzH$$

et, en admettant qu'une partie de l'ammoniaque ait été absorbée mécaniquement, le produit devrait manifester du moins une augmentation de poids, correspondant à celui de 1 molécule d'ammoniaque. Or, il n'en est rien. Bien plus, dans le vide sec, *à froid*, toute l'ammoniaque est expulsée, quoique beaucoup plus lentement qu'à chaud. Il était essentiel de soumettre le produit à cette dernière épreuve, pour avoir la certitude qu'il ne se forme pas de sel ammoniac dans la réaction, car on pourrait objecter que la fuchsine, même desséchée dans le vide à 100°, retient encore des traces d'eau. Celle-ci provoquerait la formation de rosaniline, qui, on le sait, décompose à chaud la solution de sel ammoniac, avec formation de fuchsine et dégagement d'ammoniaque.

» Pour mettre hors de doute la possibilité de la décomposition, par le gaz ammoniac, de la fuchsine, considérée comme le chlorhydrate d'une amine secondaire, nous avons fait réagir à froid le gaz ammoniac sec sur le chlorhydrate d'aniline, desséché à 100° dans le vide. La réaction est assez vive et la chaleur dégagée assez intense, pour qu'une partie de l'aniline, mise en liberté, distille. Après refroidissement, l'application de la chaleur au produit de la réaction détermine la distillation d'une quantité d'aniline, à peu de chose près égale à celle que renfermait le sel d'aniline mis en expérience : le résidu est constitué par du chlorhydrate d'ammoniaque. Les sels des amines secondaires étant moins stables que ceux des amines primaires, il s'ensuit que la fuchsine devrait être décomposée par le gaz ammoniac, avec plus de facilité encore que le chlorhydrate d'aniline.

» Le violet de rosaniline hexaméthylée, bien desséché dans le vide à 100°, et soumis à froid à l'action de l'ammoniaque gazeuse, en absorbe

aussi 2 molécules, avec dégagement de chaleur. Les cristaux vert cantharide donnent, en fixant la première molécule d'ammoniaque, un produit d'un beau bleu indigo, qui, par absorption d'une seconde molécule, se transforme en une poudre gris violacé. Toute l'ammoniaque est expulsée à froid dans le vide sec, au bout de quelques jours.

» Les produits colorés peu stables, provenant de l'action de l'ammoniaque sur la fuchsine et le violet hexaméthylé, ne sauraient être considérés que comme des combinaisons *moléculaires*, analogues à celles que forme l'ammoniaque avec les chlorures métalliques anhydres, tels que chlorure de zinc, et avec l'azotate d'ammoniaque [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cinchonibine*. Note de MM. **E. Jungfleisch** et **E. Léger**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons signalé certaines variations peu compréhensibles dans les quantités respectives de cinchonibine, de cinchonifine et d'apocinchonine, produites par le traitement de la cinchonine. La suite de nos recherches nous a expliqué ces anomalies; celles-ci résultent de ce que la cinchonibine est dédoublable en cinchonifine et apocinchonine.

» L'étude de la cinchonifine nous a fait observer tout d'abord des ressemblances frappantes entre quelques dérivés correspondants de la cinchonifine et de la cinchonibine, alors que d'autres sont manifestement différents. C'est ainsi, par exemple, que plusieurs dérivés alkylés de la cinchonifine se sont montrés identiques aux composés correspondants obtenus avec la cinchonibine, alors que les succinates et les sulfates diffèrent nettement. Il fallait dès lors reprendre les expériences en examinant, non seulement les produits cristallisés, mais encore les eaux mères qui ont déposé ces derniers.

» Nous nous bornerons ici à un exemple, celui des chlorométhylates, composés de préparation facile, que nous n'avons pas encore fait connaître. La cinchonifine fournit un chlorométhylate unique, fort soluble dans l'eau, cristallisant en aiguilles prismatiques à 2 molécules d'eau. La cinchonibine donne, au contraire, deux sortes de cristaux : 1° de magnifiques prismes clinorhombiques [2] à 4 molécules d'eau; 2° des aiguilles,

---

(1) Laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

(2) Les formes cristallines d'un grand nombre des combinaisons étudiées dans

beaucoup plus solubles dans l'eau, identiques au chlorométhylate de cinchonifine. Il reste donc à connaître la base produisant le chlorométhylate clinorhombique. Bien que non encore décrits, les dérivés correspondants nous sont connus pour la cinchonine et pour tous ses isomères que nous avons isolés; or aucun de ces dérivés ne ressemble au corps en question. Moins renseignés pour l'apocinchonine, nous avons préparé le chlorométhylate de cette base : celui-ci a été trouvé identique au chlorométhylate clinorhombique à 4 molécules d'eau, donné par la cinchonibine. Cette observation, comme d'autres semblables, faites sur des composés alkylés analogues au chlorométhylate, montre que la cinchonibine se dédouble en cinchonifine et apocinchonine quand on cherche à produire ses dérivés alkylés.

» Le même dédoublement résulte-t-il de la formation des combinaisons salines? Telle est la question qui se pose immédiatement.

» Le mieux caractérisé des sels fournis par la cinchonibine est le succinate basique à 6 molécules d'eau; il forme de gros cristaux hexagonaux. Le succinate de cinchonifine est très différent; beaucoup plus soluble dans l'eau, il cristallise en aiguilles à 1 molécule deau. Or, si l'on transforme en succinate basique un mélange à poids égaux de cinchonifine et d'apocinchonine, on isole seulement le succinate en cristaux hexagonaux, et celui-ci, traité par un alcali, fournit la cinchonibine. D'après cela, il semblerait que la combinaison des deux bases subsiste dans le succinate de cinchonibine. Il n'en est rien cependant. En effet, le succinate basique, préparé avec l'apocinchonine pure, est identique cristallographiquement avec ce succinate de cinchonibine. Il y a plus : en ajoutant des quantités croissantes de cinchonifine à l'apocinchonine, le mélange donne toujours le même succinate, invariable comme forme, mais retenant des quantités croissantes de cinchonifine. Il ne s'agit donc pas d'un succinate de cinchonibine, mais le succinate d'apocinchonine est susceptible de se charger de proportions considérables de succinate de cinchonifine, sel cependant tout autre quand il cristallise seul. Singulièrement accentué dans le cas actuel, ce phénomène est loin d'être sans analogues, en particulier dans l'histoire des alcalis du quinquina.

» Ces faits et d'autres qu'il serait trop long de rapporter ici montrent

---

cette série de recherches ont été déterminées par M. Wyrouboff, que nous sommes heureux de remercier ici. Ses déterminations seront publiées prochainement dans notre Mémoire détaillé.

qu'il n'existe pas de combinaisons salines de la cinchonibine. Les sels attribués antérieurement à cette base appartiennent en réalité soit à la cinchonifine, soit à l'apocinchonine. Comme il s'agit d'isomères, cette conclusion ne pouvait guère être établie avant l'étude des combinaisons similaires de la cinchonifine et de l'apocinchonine.

» Mais la cinchonibine elle-même ne serait-elle pas un mélange? Des raisons diverses nous portent à la considérer une combinaison. Une première est la constance des propriétés de cette base obtenue dans des circonstances variées et notamment la constance de son pouvoir rotatoire. Une deuxième raison est que ce pouvoir rotatoire est moyen entre ceux de la cinchonifine et de l'apocinchonine, ce qui doit être, si la combinaison à molécules égales, qui n'existe qu'à l'état cristallin, se détruit dans les dissolutions. En outre, l'examen microscopique de la cinchonibine ne montre que des cristaux identiques entre eux.

» D'ailleurs, cette combinaison, comme toutes celles du même genre, se détruit sous l'action des dissolvants convenablement employés. La cinchonibine se dépose quand on a dissous les bases dans le moins possible d'alcool bouillant; avec un grand excès d'alcool, les cristaux déposés d'abord sont de la cinchonifine; l'apocinchonine s'accumule dans les liqueurs. En tenant compte de ces observations, des cristallisations nombreuses permettent de dédoubler entièrement l'ensemble en cinchonifine et apocinchonine.

» Nous reviendrons sur ces faits dans notre Mémoire détaillé, mais la cinchonibine doit disparaître dès maintenant de la liste des isomères proprement dits de la cinchonine; elle nous paraît être une combinaison de deux de ces isomères entre eux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Des salicylates mercuriques.* Note de MM. **H. Lajoux** et **Alexandre Grandval**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'acide salicylique $C^6H^4\begin{cases}CO^2H\\OH\end{cases}$ est un acide-phénol et, par conséquent, susceptible de donner naissance à deux catégories de sels : les *salicylates normaux* dérivant de la fonction acide et les *salicylates basiques* [1] dérivant, à la fois, de la fonction acide et de la fonction phénolique. Con-

[1] Appelés *neutres* par quelques auteurs.

formément à la théorie, il existe deux salicylates mercuriques et deux salicylates mercureux :

$$\left(C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2\\OH\end{matrix}\right.\right)^2 Hg''.$$

Salicylate mercurique normal.

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2\\O\end{matrix}\right\rangle Hg''.$$

Salicylate mercurique basique.

$$\left(C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2\\OH\end{matrix}\right.\right)^2 (Hg^2)''.$$

Salicylate mercureux normal.

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2\\O\end{matrix}\right\rangle (Hg^2)''.$$

Salicylate mercureux basique.

» En 1880, nous avons, les premiers, réussi à préparer ces quatre sels dont nous avons décrit succinctement quelques propriétés. Nous venons de compléter l'étude des salicylates mercuriques qui présentent, le sel basique surtout, des particularités très intéressantes.

» C'est le résultat de ces nouvelles recherches que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» 1° *Salicylate mercurique normal* $\left(C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2\\OH\end{matrix}\right.\right)^2 Hg$. — Ce sel se prépare en précipitant, *à froid*, la solution d'un sel mercurique par le salicylate normal de sodium ([1]).

» C'est un précipité blanc, décomposable par la chaleur, insoluble dans l'eau.

» Sous l'influence de l'ébullition dans l'eau, il se décompose entièrement en acide salicylique et salicylate basique

$$\left(C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2\\OH\end{matrix}\right.\right)^2 Hg = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2H\\OH\end{matrix}\right. + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2\\O\end{matrix}\right\rangle Hg.$$

» Ce dédoublement est facile à reconnaître; l'eau devient acide, et au bout d'un temps assez court, le sel a perdu les propriétés générales des sels mercuriques pour acquérir celles si tranchées du salicylate basique.

» Le salicylate normal est très soluble dans les solutions de chlorure de sodium, de cyanure de potassium et d'iodure de potassium. Il possède, du reste, toutes les propriétés des sels mercuriques.

» 2° *Salicylate mercurique basique* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2\\O\end{matrix}\right\rangle Hg$. — Pour le préparer on fait agir, dans l'eau maintenue à l'ébullition, l'acide salicylique

---

([1]) En opérant à ébullition la précipitation du chlorure mercurique par le salicylate de sodium, on obtiendrait le *sel basique*.

sur l'oxyde de mercure récemment précipité; la façon d'opérer n'est pas indifférente.

» Dans notre premier Mémoire nous avons dit que nous avions obtenu ce sel en faisant bouillir dans l'eau le mélange d'oxyde et d'acide. Mais, si l'on opère ainsi, on reconnaît qu'il faut employer un excès considérable d'acide, dont des lavages prolongés à l'eau bouillante parviennent difficilement à débarrasser le produit. De plus, pendant l'opération qui est longue, une partie de l'acide salicylique se décompose en donnant du phénol facile à reconnaître à son odeur; un peu d'oxyde peut même être réduit à l'état métallique. Aujourd'hui nous préparons le salicylate basique avec la plus grande facilité en opérant ainsi. On met dans l'eau bouillante l'acide salicylique; sans interrompre l'ébullition, et en agissant continuellement, on ajoute peu à peu l'oxyde mercurique récemment précipité et bien lavé, en proportion strictement correspondante à celle de l'acide. On n'ajoute une nouvelle quantité d'oxyde que lorsque la précédente est entrée en combinaison, ce dont on est averti par la disparition de la teinte jaune du mélange. Le produit obtenu est exempt d'acide salicylique en excès, ce qui évite les lavages.

» On pourrait encore obtenir le salicylate basique en faisant bouillir dans l'eau le salicylate normal, mais le produit retenant de l'acide salicylique nécessite des lavages prolongés à l'eau bouillante ou, préférablement, des lavages à l'éther après dessiccation.

» Le salicylate basique est une poudre blanche, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme. Sous l'influence de la chaleur, il se décompose en eau, acide carbonique, phénol, mercure, etc...; au rouge, il abandonne un résidu charbonneux.

» Le fait qui domine l'histoire du salicylate basique est l'état particulier sous lequel il renferme le mercure qui est complètement dissimulé, c'est-à-dire que ce sel ne possède pas les propriétés générales des sels mercuriques. Ce caractère est la conséquence de ce que l'atome de mercure sert de chaînon entre l'oxygène et le groupe $CO^2$.

» Le salicylate basique, délayé dans l'eau froide et soumis à l'action d'un courant d'*hydrogène sulfuré*, ne change pas de couleur. Au bout de plusieurs heures seulement, il s'altère lentement; il devient jaune citron, reste longtemps dans cet état, puis brunit et enfin noircit. En opérant à chaud, les transformations précédentes s'effectuent beaucoup moins lentement.

» La solution de *sulfure d'ammonium* et, en général, celle des sulfures

alcalins dissolvent complètement le sel basique. Si la proportion du sulfure est faible, la liqueur reste un certain temps inaltérée, puis abandonne peu à peu un précipité jaune citron qui noircit très lentement. La chaleur, l'emploi d'un grand excès de sulfure accélèrent la réaction.

» Le sel basique est légèrement soluble dans l'*ammoniaque*, très soluble dans les solutions de *soude caustique*. Il se dissout dans les solutions de *chlorure de sodium, d'iodure de potassium*, beaucoup plus à chaud qu'à froid ; par le refroidissement, l'excès de sel se dépose à l'état amorphe.

» Toutes ces dissolutions, même celles faites à chaud, renferment le sel inaltéré. En effet, si l'on fait passer, dans les liqueurs *froides*, un courant de $H^2S$, on obtient, non pas un précipité noir, mais le précipité jaune signalé plus haut et qui apparaît d'autant plus rapidement que la solution renferme plus de sel. On remarque que, dans les solutions des sels neutres, tels que HI, l'apparition du précipité est accompagnée de la mise en liberté d'une partie de l'acide salicylique du sel. Ce précipité jaune est une combinaison de sulfure de mercure et de salicylate mercurique.

» L'action de la soude caustique est particulièrement intéressante : que l'on emploie une solution alcaline étendue ou concentrée, chaude ou froide, cette action est purement physique. L'action de $H^2S$ sur ces solutions froides montre qu'elles renferment le sel inaltéré; soumises à la dialyse, elles abandonnent le sel dissous à l'état amorphe ([1]); elles sont précipitées par tous les acides, même par $CO^2$; aussi se troublent-elles peu à peu au contact de l'air.

» L'*acide chlorhydrique concentré et chaud* décompose complètement le salicylate basique; à froid, la décomposition s'effectue lentement. Le même acide froid et très étendu dissout le sel sans l'altérer.

» Le *cyanure de potassium*, comme il fallait s'y attendre, dissout le salicylate en le décomposant; il se forme du cyanure de mercure que $H^2S$ précipite en noir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons métalliques de la gallanilide.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« En raison de l'oxydabilité du pyrogallol, on n'a pu réaliser les diverses combinaisons salines correspondant à la fonction triphénolique de ce

---

([1]) La solution du sel dans HI se dialyse de la même façon.

corps. La gallanilide, moins oxydable, se prête mieux à l'étude des dérivés salins. Les alcalis caustiques et l'ammoniaque ne donnent pas toutefois de combinaisons cristallisées analysables. Le corps s'oxyde, quoique lentement, soit avec 1, 2 ou 3 molécules d'alcali.

» Si l'on chauffe 1 molécule de gallanilide et 1 molécule de soude, pour obtenir une solution dans très peu d'eau, il se dépose de la gallanilide, et de la gallanilide disodée reste en solution avec une teinte noirâtre qui s'accentue avec l'oxydation. On constate le même phénomène qu'avec le phosphate acide de calcium, qui se transforme sous l'influence de l'eau en acide phosphorique libre et phosphate bicalcique. Seulement, dans ce dernier cas, c'est le sel dimétallique insoluble qui se précipite et non l'acide.

» Si la gallanilide est dissoute dans l'eau à la faveur de 2 molécules de soude, de manière à produire la gallanilide disodée, on n'obtient aucune combinaison cristalline, quelle que soit la proportion d'eau employée. Nous avons constaté que, par oxydation lente, à froid, la gallanilide, dans ces conditions, finit par subir une modification profonde, sans doute un phénomène de condensation. Au bout de quelques jours, on obtient un dépôt cristallin, que nous étudions, qui n'est point de la gallanilide sodée. Nous croyons à un *processus* qui est l'analogue de la condensation du glucose ou saccharine (Peligot).

» La gallanilide, soit avec l'eau de chaux, soit avec l'eau de baryte, donne un précipité blanc d'abord qui a une grande tendance à bleuir par oxydation. Ces combinaisons correspondent à la formule générale

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzHC^6H^5 \\ \left.\begin{array}{l} O \\ O \end{array}\right\rangle M'' \\ OH \end{array} \right.$$

» Avec l'acétate de zinc, nous sommes parvenu à obtenir les trois combinaisons prévues par la théorie. En dissolvant à chaud, dans l'eau distillée, 3 molécules de gallanilide et en ajoutant 1 d'acétate de zinc, on obtient immédiatement un précipité blanc très insoluble dans l'eau, un peu soluble dans l'alcool correspondant à la formule

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.C^6H^5 \\ \left.\begin{array}{l} O \\ O \end{array}\right\rangle Zn \\ OH \end{array} \right.$$

» Cette combinaison insoluble apparaît d'ailleurs constamment quand on fait réagir la gallaniline sur l'acétate de zinc, quelles que soient les proportions. On filtre à chaud. Par refroidissement, l'excès de gallanilide se précipite. On filtre encore et l'on concentre dans le vide. On obtient finalement de petites paillettes à peine jaunâtres, correspondant à la formule

$$\left\{ C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.C^6H^5 \\ (OH)^2 \\ O- \end{array} \right. \right\}^2 Zn.$$

Ce corps est soluble dans l'eau et dans l'alcool. Si maintenant on traite 2 molécules de gallanilide rendues ammoniacales par 3 d'acétate de zinc, on obtient un précipité correspondant à la formule

$$\left\{ C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO, AzH, C^6H^5 \\ O- \\ O- \\ O- \end{array} \right. \right\}^2 Zn^3.$$

» Il faut avoir soin de n'ajouter à la gallanilide que la quantité d'ammoniaque nécessaire pour saturer l'acide acétique du sel zincique, sinon on obtient des dosages avec excès de zinc indiquant de l'oxyde de zinc comme impureté.

» Soit avec l'acétate neutre de plomb, soit avec l'acétate basique, on obtient avec la gallanilide un précipité correspondant à la formule

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO, AzH, C^6H^5 \\ \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} > Pb \\ OH \end{array} \right.$$

» Peut-être, en se plaçant dans des conditions particulières, que nous n'avons pu déterminer, obtiendrait-on les sels plombiques correspondant aux sels zinciques précédemment décrits.

» Les acétates de mercure ou de cuivre ne donnent pas avec la gallanilide de sels réguliers. L'acétate mercurique donne un précipité brun-verdâtre de nature complexe. La gallanilide paraît oxydée. L'acétate cuprique est réduit avec une coloration noire.

» Les alcaloïdes donnent avec la gallanilide des précipités. Les sels de quinine et de strychnine donnent ainsi des combinaisons insolubles que nous n'avons pas analysées.

» L'aniline donne une combinaison correspondant à la formule

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO, AzH, C^6H^5, \\ (OH)^3, 2(C^6H^5, AzH^2). \end{array} \right.$$

» Cette combinaison est analogue à une combinaison connue du pyrogallol avec l'aniline $C^6H^3(OH)^3, 2C^6H^5, AzH^2$.

» La gallinilide cristallise dans l'eau avec 2 molécules d'eau. L'aniline remplace ici l'eau de cristallisation. A 100°-110°, l'aniline peut d'ailleurs être chassée.

» On obtient cette combinaison par cristallisation de la gallanilide dans un excès d'aniline. On comprime le produit qu'on fait cristalliser dans l'alcool à 93°, lequel donne des cristaux prismatiques terminés en pointes, légèrement brunâtres. L'ébullition dans l'eau décompose cette gallanilide anilidée qui fond à 134°.

» Il serait intéressant de mesurer la valeur thermique des trois OH phénoliques de la gallanilide comparée à celle du pyrogallol et de l'acide gallique. Ce point sera l'objet d'une Communication ultérieure. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les hydrates de carbone du topinambour.* Note de M. **Ch. Tanret.**

« Les tubercules de topinambour renferment toute une série d'hydrates de carbone dont la solubilité dans l'eau et l'alcool, faible d'abord, s'accroît du premier au dernier dans des limites fort étendues. Les moins solubles de ces corps, l'inuline, la pseudo-inuline et l'inulénine, ont été décrits précédemment; il ne reste plus qu'à exposer la méthode qui permet d'isoler les autres. Deux sont nouveaux; je les appellerai, d'après leur origine, hélianthénine et synanthrine.

» *Préparation.* — Le suc de topinambours est dépuré à l'extrait de Saturne et, après élimination du plomb, additionné d'une grande quantité d'eau de baryte chaude concentrée. Il se forme un premier précipité riche en principes inuliniques; d'autres sont ensuite produits par des affusions successives d'alcool de plus en plus fort. Partie de chacun de ces précipités étant décomposée par l'acide carbonique et soumise à l'examen polarimétrique, on observe que le pouvoir rotatoire est lévogyre et élevé dans le premier; qu'il va en s'abaissant dans les suivants jusqu'à devenir nul, puis qu'il change de sens. En soumettant alors tous les produits à de nouvelles précipitations

fractionnées par la baryte et l'alcool, on finit par arriver, d'une part à $a_{[D]} = + 66°$, et de l'autre $a_{[D]} - 18°$ ou plus, sans qu'on puisse s'arrêter à aucun terme intermédiaire. Ce qui tourne à droite est du saccharose ; ce qui tourne à gauche est un mélange des autres hydrates de carbone. On réunit les précipités lévogyres, on les traite par l'acide carbonique, puis la liqueur est bouillie, filtrée et évaporée à siccité. On épuise le résidu par dix fois son poids d'alcool à 84° bouillant, qui dissout avec très peu d'inulénine toute l'hélianthénine (¹) : elles se déposent par refroidissement. Pour les séparer, on met à profit la grande différence de leur solubilité dans l'alcool à 60° froid, celle de l'inulénine étant cent fois moindre que celle de l'hélianthénine. On agite donc leur mélange avec 10 parties de cet alcool et, après filtration de la liqueur, on l'additionne de son volume d'alcool à 95°. L'hélianthénine ne tarde pas à se déposer.

» Le produit resté en dissolution dans l'alcool à 84° est la *synanthrine* qui, étant incristallisable, s'obtient par évaporation à siccité. Son pouvoir rotatoire est voisin de $a_{[D]} = - 17°$ quand le fractionnement des produits lévogyres a été porté à son maximum. Dans le cas contraire, la rotation à gauche est plus faible parce qu'il reste encore du saccharose ; il faut alors recommencer les précipitations par la baryte et l'alcool, jusqu'à ce que le pouvoir lévogyre n'augmente plus.

» La synanthrine ainsi obtenue retient quelquefois un peu d'hélianthénine. On l'en sépare en la traitant par dix fois son poids d'alcool à 84° froid : l'hélianthénine reste indissoute.

» *Hélianthénine.* — L'hélianthénine cristallise en aiguilles microscopiques réunies en boules. Elle est soluble dans son poids d'eau froide. Sa solubilité dans l'alcool faible est aussi très grande, mais décroît rapidement pour une élévation de quelques degrés seulement du titre de l'alcool. C'est ainsi que, à la température de 22°, elle se dissout dans 7,5 parties d'alcool à 60°, 28 parties à 70°, 70 parties à 74°, 144 parties à 80°, et 300 parties à 84°. Elle se dissout à l'ébullition dans son poids d'alcool à 60° et dans 4,4 parties d'alcool à 80°.

» L'hélianthénine fond à 176°. Elle est lévogyre et a le pouvoir rotatoire $a_{[D]} = - 23°,5$. Sous l'action des acides étendus, $a_{[D]}$ s'élève à $- 70°,2$, ce qui correspond à $a_{[D]} = - 63°,8$ (à 22°) rapporté au poids du lévulose et du glucose formés.

---

(¹) La partie non dissoute se compose d'inuline, de pseudo-inuline et d'inulnine. Si l'on voulait séparer ces corps sans passer par leurs composés barytiques, on traiterait leur mélange d'abord par l'alcool à 74° bouillant qui dissoudrait l'inulnine, puis par l'alcool à 60° également bouillant qui n'enlèverait que la pseudo-inulnine.

» La composition de l'hélianthénine, séchée à 110°, peut être représentée par la formule $12(C^{12}H^{10}O^{10})3H^2O^2$ ou mieux $C^{144}H^{126}O^{126}$.

» Elle fermente avec la levure de bière, mais difficilement dans les conditions ordinaires.

» *Synanthrine.* — La synanthrine est amorphe et à peu près insipide, comme l'hélianthénine. Elle est soluble en toutes proportions dans l'eau et l'alcool faible; dans quelques parties d'alcool à 80°, et 10 parties d'alcool à 84°. Elle fond à 170°. Elle est lévogyre. Son pouvoir rotatoire $a_{[D]} = -17°$ s'élève à $a_{[D]} = -70°,6$ sous l'influence des acides faibles. Les sucres ainsi produits sont constitués par du lévulose et du glucose qui ont pu être obtenus cristallisés. Elle est fermentescible.

» La synanthrine séchée à 110° a pour formule $8(C^{12}H^{10}O^{10})H^2O^2$, ou mieux $C^{96}H^{82}O^{82}$.

» Ce corps jouit de la singulière propriété d'empêcher le sucre de canne de donner avec la baryte bouillante du saccharate de baryte. Ce précipité si caractéristique ne se forme que si la proportion de sucre dépasse 1,5 partie pour 1 partie de synanthrine. C'est à ce mélange de saccharose et de synanthrine qu'il faut rapporter le sucre inactif de topinambours appelé *lévuline* ou *synanthrose.*

» L'hélianthénine et la synanthrine ont été aussi trouvées dans l'aunée et le dahlia.

» *Conclusions.* — Les tubercules de topinambours, examinés un peu avant leur complet développement, contiennent par litre de suc environ 160$^{gr}$ des hydrates de carbone suivants : saccharose, inuline, pseudo-inuline, inulénine, hélianthénine et synanthrine. A la maturité seulement, apparaît une petite quantité de lévulose et de glucose, qui ne dépasse pas toutefois 4$^{gr}$. Ces principes, abstraction faite des sucres, ont des réactions et une composition voisines, celle-ci pouvant se représenter par le noyau $C^{12}H^{10}O^{10}$ plus ou moins condensé et combiné à moins d'une molécule d'eau. Tous s'hydratent sous l'influence des acides étendus et même de l'eau seule, en donnant un mélange de lévulose et de glucose ([1]); mais, d'un autre côté, ils diffèrent nettement entre eux par leur état physique, leur pouvoir rotatoire et leurs solubilités. Celles-ci sont même si tranchées qu'il est facile, grâce à elles, de séparer ces divers corps les uns des autres,

---

([1]) Sans en excepter l'inuline d'*Atractylis,* qui est identique à celle qu'on retire de l'aunée, du dahlia et du topinambour, comme j'ai pu m'en assurer sur un échantillon préparé autrefois par M. Lefranc et mis gracieusement à ma disposition par M. Jungfleisch. En chauffant avec de l'acide acétique à 10 pour 100 cette inuline, préalablement purifiée par un passage à la baryte, le pouvoir rotatoire a passé de $a_{[D]} = -40°$ à $a_{[D]} = -86°$, ce qui correspond à $a_{[D]} = -80°,3$ pour les sucres formés au lieu de $a_{[D]} = -88°,4$, pouvoir rotatoire du lévulose ($p = 1^{gr},50$; $v = 23^{cc},5$ ; $a = -11°$; $t = 20°$). Les réserves de M. Bourquelot n'ont donc aucune raison d'être. (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 1143.)

rien qu'en les traitant par l'alcool dont on varie le titre et qu'on emploie bouillant ou froid. On a ainsi une méthode d'analyse, grâce à laquelle il va être possible de suivre la formation et les transformations de l'inuline dans les végétaux. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'essence d'Aspic* (Lavandula spica). Note de M. G. **Bouchardat**.

« J'ai, avec le concours de M. Voiry, précédemment établi que l'essence d'*aspic*, fourni par la *Lavandula spica*, renferme dans les parties les plus volatiles une notable proportion d'eucalyptol $C^{20}H^{18}O^2$, bouillant vers 175°, et de petites quantités de térébenthène dextrogyre; depuis, j'ai poursuivi l'étude des produits qui, par leur mélange, forment cette essence.

» L'essence d'aspic examinée a une odeur désagréable, sa densité est de 0,920, la déviation qu'elle imprime sous $10^{cm}$ d'épaisseur est de $+1°, 28'$. Elle ne renferme pas de quantités appréciables d'aldéhydes, non plus que d'éthers à acides gras. Une notable proportion d'essence, traitée par la potasse alcoolique à 100°, n'a donné que des traces de sels composés surtout d'acétate ([1]). On peut donc, sans risquer d'altérer les produits, en faire la séparation par distillation fractionnée.

» Le Tableau suivant comprend le résultat des fractionnements après la dixième rectification, à l'air libre avec un appareil Le Bel à six boules; dans le vide avec un appareil à deux boules. A partir de la huitième rectification, les poids des fractions et leurs rotations ne changent plus sensiblement :

| H = $755^{mm}$. | | | H = $755^{mm}$. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *t*. | *p*. | $[\alpha]_D$, $l = 0,1$. | *t*. | *p*. | $[\alpha]_D$, $l = 0,1$. |
| 130°-145° | $8^{gr}$ | +11°. 8′ | 110°-114° | $10^{gr}$ | — 4°. 0 |
| 145-155 | 10 | +19.20 | 114-116 | 40 | — 4.40 |
| 155-160 | 8 | +23.12 | 116-118 | 25 | — 5.20 |
| 160-165 | 12 | +24.48 | 118-120 | 90 | — 5. 0 |
| 165-170 | 37 | +20.42 | 120-122 | 325 | + 2. 0 |

([1]) L'essence de *Lavandula vera*, d'après MM. J. Bertram et Walbausch (*Journ. f. pr. Chem.*, t. XLV, p. 590-604), renferme une grande quantité d'éthers acétique et valérique de géraniol et de linalol; 2° Lallemand (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LVII, p. 413).

| H = 755mm. | | |
|---|---|---|
| *t.* | *p.* | $[\alpha]_D$, $l = 0,1$. |
| 170°-172° | 8gr | +14°.4′ |
| 172-174 | 30 | + 9. 0 |
| 174-176 | 70 | + 4. 0 |
| 176-178 | 515 | + 1.32 |
| 178-180 | 160 | + 0.20 |
| 180-182 | 50 | — 0.40 |
| 182-184 | 25 | — 2.20 |
| 184-186 | 40 | — 3.20 |
| 186-188 | 25 | — 5. 0 |
| 188-190 | 15 | — 5.40 |

| H = 755mm. | | |
|---|---|---|
| *t.* | *p.* | $[\alpha_D]$, $l = 0,1$. |
| 122°-124° | 1595gr | + 2°.20 |
| 124-126 | 300 | + 8.56 |
| 126-128 | 80 | +12.48 |
| 128-130 | 35 | +16.48 |
| 130-135 | 55 | +16.48 |
| 135-140 | 30 | +14.40 |
| 140-145 | 10 | + 8.40 |
| 145-150 | 30 | + 2.16 |
| 150-160 | 25 | — 2. 0 |
| 160-170 | 27 | — 4. 0 |
| 170-180 | 20 | — 4. 8 |
| 180-190 | 12 | — 8.56 |
| 190-200 | 16 | —16.40 |

» Au delà de 200° dans le vide, il ne reste guère que 100gr de matières résineuses presque solides.

» La portion la plus abondante se trouve comprise dans les trois fractions de 120° à 126° dans le vide, vers 200° à la pression normale. Cette portion, liquide même à — 50°, est à peu près sans action sur la lumière polarisée. Elle est constituée par un mélange, inséparable à la distillation, de *camphre* avec un peu de *bornéol* et d'un composé oxygéné, à fonctions alcooliques, le *linalol* ou *licaréol*, retiré par M. Morin (¹) de l'essence de licari-kanali.

» Pour isoler le linalol, nous avons traité la fraction 122°-124° par l'hydroxylamine en solution alcoolique alcaline. Le camphre se combine seul, par distillation fractionnée dans le vide; le linalol passe le premier; le camphoroxime cristallise dans le résidu, le bornéol reste dans les eaux mères. J'ai répété trois fois le traitement par l'hydroxylamine. Le linalol obtenu ainsi donne à l'analyse des chiffres correspondant, ainsi que la densité de vapeurs, à la formule $C^{20}H^{18}O^2$; il reste liquide aux plus basses températures; il bout à 198°-199°; sa densité à 0° est de 0,8873; sa déviation polarimétrique à 13° est voisine de — 16°44′; le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -19°$ à $-19°50'$, chiffre un peu plus élevé que celui donné par M. Morin, tenant à ce que le produit que j'ai obtenu était mieux purifié. Ce linalol, par l'action prolongée du gaz chlorhydrique, donne un dichlorhydrate $C^{20}H^{18}Cl^2$ liquide, inactif. L'anhydride acétique transforme à froid le linalol de l'essence d'aspic en éther acétique qui, après chauffage à 100°, possède des propriétés de l'acétate de géraniol, régénérant, comme je l'ai montré,

(¹) H. Morin, *Ann. de Chim. et de Phys.*, [5], t. XXV, p. 427. Barbier, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 674.

ainsi que M. Barbier, non le linalol, mais le géraniol de même formule bouillant environ 30° plus haut. Le linalol de l'essence d'aspic a tous les caractères organoleptiques du licaréol. Son éther acétique a une odeur très agréable d'essence de lavande vraie.

» Pour séparer le camphre et le bornéol de la portion 122°-124°, j'ai traité cette fraction par le gaz chlorhydrique; le linalol donne du linalol chlorhydrique qui se sépare facilement par distillation dans le vide; le camphre, mélangé de bornéol, est recueilli le premier. Ce camphre fond vers 175°; il bout à 204°; son pouvoir rotatoire, en solution alcoolique au 10e, $[\alpha]_D = +41°$, peu inférieur à celui du camphre des laurinées : en effet, il renferme un peu de bornéol; son camphoroxime a toutes les propriétés du produit obtenu avec le camphre ordinaire, $[\alpha]_D = -42°36'$ à $-42°57'$. Par l'action de l'anhydride acétique sur l'essence d'aspic, 122°-124°, nous avons retiré du camphre plus pur $[\alpha]_D = +41°40'$ à $+42°20'$; de même, par l'action de l'anhydride benzoïque $[\alpha]_D = -42°$, le bornéol était retenu en combinaisons éthérées moins volatiles (¹).

» Les portions du fractionnement général passant de 126° à 135° déposent des cristaux, mélange de camphre ordinaire et d'un bornéol; ils commencent à fondre à 178°-197° et ne sont fondus entièrement qu'à 193°-200°. Pour en isoler davantage nous avons traité les fractions 130°-135° et 135°-140° séparément par l'acide chlorhydrique. A la distillation dans le vide, on recueille d'abord un mélange de camphre et de bornéol, que nous avons séparés par le procédé de M. Haller (action à 100° de l'anhydride benzoïque). Le bornéol ainsi obtenu a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +32°10'$ identique au signe près à celui de synthèse. Les derniers produits de la distillation dans le vide $H = 25^{mm}$ passent vers 130°, se solidifient dans la glace en donnant un corps $C^{20}H^{18}Cl^2$ fondant à 48°-50°, qui dérive d'un *terpilénol*. Il ne nous a pas été possible de retirer ce dernier à l'état cristallin, ce qui tient à son point de fusion peu élevé et à son excessive solubilité dans les essences oxygénées.

» Nous avons aussi examiné les fractions 145°-150° et 150°-160°. Leur odeur est agréable et rappelle celle du géraniol. Par l'action de l'acide chlorhydrique et des distillations dans le vide, j'ai pu en retirer un peu de bornéol et un dichlorhydrate $C^{20}H^{18}Cl^2$, incristallisable, bouillant de 145° à 150°, présentant les caractères du chlorhydrate de géraniol. MM. Bertram et Walbausch ayant démontré la présence du géraniol dans l'essence de lavande vraie, je crois pouvoir affirmer sa présence dans l'essence d'aspic, bien que je n'aie pu, faute de matière, vérifier les autres caractères du géraniol.

» Les portions plus élevées de 160° à 190° donnent à l'analyse des chiffres se rapprochant de plus en plus de la formule $C^{30}H^{24}$, indiquant que l'on a des mélanges des corps précédents avec un carbure de la famille du copahuvène, dont le point d'ébullition est voisin de 250° et qui se retrouve dans toutes les essences que j'ai pu examiner.

---

(¹) Lallemand (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVII, p. 412) signale la présence de camphre du Japon dans l'essence d'aspic.

» L'essence d'aspic est donc formée, pour la plus grande partie, de *linalol*, de *camphre* des laurinées, d'*eucalyptol*, avec un peu de *bornéol*, de *terpilénol*, de *géraniol*, d'un térébenthène, d'un copahuvène et de traces d'autres produits indéterminés; elle renferme donc cinq isomères distincts, de formule $C^{20}H^{18}O^{2}$. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Chaleur de combustion du gaz de houille et sa relation avec le pouvoir éclairant*. Note de M. **Aguitton**.

« L'utilisation de plus en plus grande du gaz de houille, comme source de chaleur et de force motrice, a porté l'attention sur un point encore peu étudié jusqu'à ces derniers temps : je veux parler de la chaleur de combustion du gaz produit par la distillation de la houille. Il m'a paru intéressant de rechercher dans quelles limites pouvait varier cette chaleur de combustion, pour des gaz de pouvoirs éclairants très différents.

» Beaucoup de personnes ont cru jusqu'ici que la quantité d'hydrocarbures contenue dans le gaz, et qui lui donne son pouvoir éclairant, était trop faible pour avoir une influence sur sa chaleur de combustion, celle-ci étant estimée généralement à $5500^{cal}$ pour $1^{mc}$ de gaz, dans des conditions normales de température et de pression. Il n'en est pas ainsi : j'ai voulu démontrer que chaque gaz de pouvoir éclairant différent a une chaleur de combustion déterminée et correspondant à l'intensité de la lumière qu'il émet.

» Les expériences se résumaient aux opérations suivantes : distiller une certaine quantité de houille, dans des conditions déterminées pour obtenir un gaz d'une richesse donnée; rechercher le pouvoir éclairant du gaz ainsi produit et en déterminer la chaleur de combustion.

» Les gaz à grand pouvoir éclairant étaient donnés par les charbons dits *cannel;* on les obtenait aussi en ne prenant que les premières parties de la distillation d'une bonne houille. La distillation poussée à fond, ou les fins de charge, nous donnaient, par contre, des gaz pauvres.

» Le pouvoir éclairant était mesuré au moyen du photomètre réglementaire de Dumas et Regnault.

» Pour déterminer la chaleur de combustion du gaz, nous nous sommes servi de la bombe de M. Berthelot, modifiée et introduite dans les laboratoires industriels par M. Mahler. Cet appareil nous a rendu de grands services, par sa rigoureuse exactitude et par la simplicité des manipulations.

» Le pouvoir éclairant est défini de deux manières : soit en litres de gaz correspondant à l'éclairement d'une carcel-heure; soit en bougies décimales ($\frac{1}{20}$ de l'étalon de platine). Cette dernière unité résulte de la décision du Congrès international de 1889, qui a fixé la valeur de la carcel à 9,60 bougies décimales. Le pouvoir éclairant est l'intensité, en bougies décimales, de $100^{lit}$ de gaz brûlés en une heure.

» La chaleur de combustion est donnée pour $1^{mc}$ de gaz à 15°, $760^{mm}$, à l'état sec, la vapeur d'eau produite étant supposée condensée et sous volume constant.

» Nous avons pu réunir plus de cent échantillons de gaz, de richesses différentes. Tous les résultats donnés par ces essais ont été reportés sur un graphique, dont les abscisses représentaient les intensités en bougies, et les ordonnées les chaleurs de combustion. Ces points réunis nous donnent très sensiblement une droite dont l'équation peut être représentée par la formule

$$C = I \times 352,6 + 2280,$$

dans laquelle $C =$ la chaleur de combustion du gaz; $I =$ l'intensité en bougies décimales. Cette formule n'est applicable que dans certaines limites que nous avons pu vérifier, depuis $I = 5$ bougies jusqu'à $I = 15$ bougies.

*Relation entre le pouvoir éclairant et la chaleur de combustion d'un gaz de houille.*

| Intensités de $100^{lit}$ de gaz au bec Bengel en bougies décimales. | Titre photométrique correspondant donné par le photomètre réglementaire. | Chaleur de combustion de $1^{mc}$ de gaz à 15°, $760^{mm}$. |
|---|---|---|
| bougies | lit | cal |
| 15 | 64 | 7569 |
| 14,5 | 66,2 | 7392 |
| 14 | 68,5 | 7216 |
| 13,5 | 71,1 | 7040 |
| 13 | 73,8 | 6864 |
| 12,5 | 76,8 | 6687 |
| 12 | 80 | 6511 |
| 11,5 | 83,4 | 6335 |
| 11 | 87,2 | 6158 |
| 10,5 | 91,4 | 5982 |
| 10 | 96 | 5806 |
| 9,60 | 100 | 5665 |
| 9,14 | 105 | 5503 |

| Intensités de $100^{lit}$ de gaz au bec Bengel en bougies décimales. | Titre photométrique correspondant donné par le photomètre réglementaire. | Chaleur de combustion de $1^{mc}$ de gaz à $15^o$, $760^{mm}$. |
|---|---|---|
| bougies | lit | cal |
| 9 | 106,6 | 5453 |
| 8,5 | 112,9 | 5277 |
| 8 | 120 | 5101 |
| 7,5 | 128 | 4924 |
| 7 | 137 | 4748 |
| 6,5 | 147,6 | 4572 |
| 6 | 160 | 4395 |
| 5,5 | 174,5 | 4219 |
| 5 | 192 | 4043 |

» Ces essais prouvent que la chaleur de combustion du gaz d'éclairage est intimement liée à son pouvoir éclairant.

» Or on sait qu'un gaz de houille se compose :

» 1° De *gaz inertes :* acide carbonique, azote;

» 2° De *gaz combustibles, mais non éclairants :* hydrogène, oxyde de carbone, formène;

» 3° De *gaz combustibles et éclairants,* désignés sous le nom général d'*hydrocarbures lourds.*

» Étant démontré que le pouvoir éclairant et la chaleur de combustion sont intimement liés entre eux, on peut dire qu'un gaz de houille dont on connaîtra exactement la chaleur de combustion, comme on peut le faire au moyen de la bombe, sera aussi bien défini, si ce n'est mieux, que par son pouvoir éclairant, qui varie suivant le bec employé et souvent même suivant l'expérimentateur.

» D'un autre côté, le gaz n'est pas seulement employé à l'éclairage, et l'on sait que les applications au chauffage ou à la force motrice sont de plus en plus nombreuses; il serait donc plus rationnel de juger sa valeur au moyen d'un essai calorimétrique qui donne sa valeur, non seulement comme source de lumière, mais aussi comme source de chaleur et de force motrice.

» Cette conclusion, que je déduis de mes recherches, peut paraître un peu prématurée; mais, m'appuyant sur le résultat de nombreux essais faits avec la précision la plus rigoureuse, je ne crois pas me tromper en prévoyant dès maintenant le remplacement du photomètre par la bombe calorimétrique, dans le contrôle de la qualité du gaz de houille. »

ZOOLOGIE. — *Sur le genre* Homalogyra, *type de Mollusque Gastéropode prosobranche.* Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Pendant les mois de mars, avril, mai et juin de cette année, grâce au zèle d'un pêcheur de Marseille qui a bien voulu me mettre de côté tous les jours ses fonds de filet, il m'a été possible d'avoir vivant un certain nombre de Mollusques Gastéropodes de très petite taille, sur l'organisation desquels on ne connaît que fort peu de chose.

» J'ai pu ainsi étudier quelque peu l'anatomie des *Cæcum*, des *Scissurella*, des *Utricullus* et des *Homalogyra;* je ne m'occuperai dans la présente Note que de ces derniers.

» Le genre *Homalogyra* (1) a été créé en 1867 par J.-G. Jeffreys, pour un tout petit animal pourvu d'une petite coquille planorbiforme qui jusqu'alors n'avait guère attiré l'attention des naturalistes. Dans le volume IV de son *British Conchiliology*, Jeffreys représente l'animal avec sa coquille ainsi que son opercule et un fragment de sa radula.

» Il nous faut arriver à l'Ouvrage de Sars, *Mollusca regionis Articæ Norvegiæ*, 1878, pour trouver encore quelques dessins se rapportant à la coquille et à la radula de ce Gastéropode.

» En comparant les figures données par ces deux naturalistes, on est frappé de la différence profonde qui existe entre elles, particulièrement en ce qui concerne les dents de la radula. Comme nous allons l'indiquer, aucune de ces figures n'est exacte; il en est de même du dessin de facies de l'animal, donné par Jeffreys.

» Ainsi, contrairement à ce qu'en a dit le naturaliste anglais et après lui tous les classificateurs, l'*Homalogyra* est pourvu de deux tentacules dorsaux assez longs. Quant à la radula, elle ne ressemble ni au fragment donné par Jeffreys, ni aux dessins plus soignés de Sars. Laissant de côté la figure de Jeffreys comme trop insuffisante, je ne m'occuperai que de celle de Sars. D'après ce naturaliste, chaque rangée de la radula se composerait d'une forte dent médiane crochue, sur les parties latérales de laquelle se trouverait une petite plaque. Mes observations m'ont démontré que c'est l'inverse; nous avons une toute petite plaque servant de dent médiane rudimentaire et sur ses côtés on observe une grosse dent crochue.

(1) Ces recherches vont paraître, *in extenso*, dans le prochain numéro du *Journal de Conchyliologie*.

» La diagnose générique de l'*Homalogyra* se trouve, en conséquence, assez modifiée et, par suite, les caractères de la famille que l'on a créée pour ce type. Ces deux diagnoses devront être ainsi établies.

*Famille des* HOMALOGYRIDÉS.

» Région céphalique munie de deux tentacules dorsaux à la base et un peu en arrière desquels se trouvent les yeux à fleur de peau. Pas de mâchoires; radula étroite ayant pour formule **1**, I, **1**, la dent médiane ayant la forme d'une petite plaque un peu plus large que longue; dents latérales grosses et crochues.

» Coquille planorbiforme; opercule corné à nucleus central.

Genre *Homalogyra*.

» Région céphalique bombée, mufle peu prononcé, tentacules dorsaux assez longs; pied allongé, étroit, légèrement échancré en avant; les téguments de toute la partie externe du corps sont ciliés.

» Coquille très petite, discoïdale, aplatie, paucispirée; tours légèrement anguleux; ouverture entière, presque complètement arrondie. Opercule circulaire, offrant cinq à six tours de spire à nucleus central.

» L'espèce que j'ai étudiée me paraît être identique à l'*H. atomus* que Jeffreys et Sars ont recueilli dans la mer du Nord; dans la Méditerranée, elle a été trouvée par plusieurs naturalistes (Philijysi, Monterosato, Martin, etc.); l'un d'eux (Monterosato) a même créé une espèce nouvelle *H. Fischeriana*, pour quelques individus pris à Catane et qui, selon moi, ne constituent qu'une variété. La coquille, qui a une teinte blanche légèrement jaunâtre, présente, le plus souvent, trois bandes longitudinales d'un beau jaune d'or, comme cela a lieu chez l'*H. Fischeriana*. Ce Mollusque vit dans le golfe de Marseille, à une vingtaine de mètres de profondeur, sur les tiges de Zostères; il est très actif et me paraît se nourrir surtout de petits infusoires et de débris de substances animales. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur certains effets physiologiques de la faradisation unipolaire.* Note de M. **AUG. CHARPENTIER**, présentée par M. Bouchard.

« En étudiant l'excitation des nerfs de la grenouille par la faradisation unipolaire, j'ai pu observer quelques faits intéressants qui me permettent de considérer cette méthode, trop délaissée jusqu'ici, comme pouvant

rendre des services spéciaux et faciliter l'étude de certains problèmes physiologiques.

» J'ai employé dans mes recherches l'appareil d'induction dit *chariot de du Bois-Reymond*, dans lequel l'intensité de l'excitation est réglée par la distance de la bobine induite à la bobine inductrice. La bobine induite doit être ici à fil fin et long. Un fil conducteur est relié à une seule des bornes et amène en un point déterminé et unique du nerf les variations d'état électrique causées par les intermittences du courant primaire, emprunté à 1 ou 2 piles Grenet. Les intermittences peuvent varier de 5 à 100 ou davantage (par seconde) sans modifier la nature des effets produits.

» L'électricité agit plutôt par les variations de son potentiel que par sa masse, qui reste toujours très faible, comme dans l'électrisation statique.

» Le conducteur peut être, en effet, coupé par une couche d'air ou d'un délectrique quelconque plus ou moins épaisse (plus de $2^{cm}$ dans mes expériences), à condition que les deux parties métalliques de la section puissent jouer le rôle d'un condensateur, même de très faible capacité. Ainsi, une clef de Morse *ouverte* transmet l'excitation au nerf, tandis que deux aiguilles même très voisines ne la conduisent pas.

» Une résistance très forte sur le fil conducteur n'affaiblit pas l'excitation; j'ai pu intercaler jusqu'à 40 000 ohms sans modification de l'effet produit.

» L'excitation est plus forte si l'on fait communiquer avec la terre, soit la borne inactive de la bobine induite, soit le corps même de l'animal. En remplaçant la terre par divers condensateurs, on voit que la capacité du système joue un rôle important, et qu'il y a une capacité *optimum*. En approchant la main de la bobine induite, l'effet produit augmente.

» Ce genre d'excitation agit surtout sur le nerf moteur, un peu moins sur le nerf sensitif, pas du tout sur le muscle. En éloignant convenablement la bobine induite, on peut agir sur le nerf moteur seul. On peut ainsi étudier facilement les variations locales et générales de la motricité sur l'animal vivant et normal. Seulement il est nécessaire d'isoler le nerf des tissus en le soulevant avec une lame non métallique.

» Ces particularités et d'autres que je ne puis exposer ici différencient nettement l'excitation faradique unipolaire de la faradisation bipolaire ordinairement employée.

» Cette méthode d'excitation m'a permis de produire certains effets d'inhibition qui ne peuvent guère être expliqués que par une interférence des ondes nerveuses nées aux points excités, et transmises le long du nerf avec une vitesse médiocre.

» 1° Si l'on amène l'excitation unipolaire par un réophore bifurqué, c'est-à-dire s'il y a sur le nerf deux points de contact reliés au même pôle, l'effet est affaibli d'une part, et, d'autre part, l'affaiblissement augmente avec la distance des électrodes. Si l'on pouvait disposer d'une assez grande longueur de nerf, on trouverait probablement des points neutres correspondant à l'interférence complète, mais je dois dire que je n'ai pas vu ces points neutres en opérant sur $2^{cm}$ à $3^{cm}$ de nerf au plus.

» 2° Si l'on écrase le nerf sur une certaine longueur, ce qui lui permet de transmettre l'excitation électrique, mais ce qui lui fait perdre sa structure au point de ne plus recevoir ni transmettre les excitations mécaniques, thermiques ou physiologiques (volonté, réflectivité, etc.), le phénomène précédent n'a plus lieu, et les deux électrodes produisent le même effet, quel que soit leur écartement.

» 3° On peut transmettre l'excitation faradique unipolaire à un autre nerf ou même à une autre grenouille, simplement en les reliant par un fil métallique à un point du nerf excité, point plus ou moins éloigné du lieu de l'excitation. Or, si l'on opère sur la même grenouille, l'excitation du second nerf est d'autant plus faible que les deux points de contact métalliques sont plus écartés sur le nerf directement excité. Cela n'a pas lieu au contraire en reliant ce nerf à celui d'*une seconde grenouille*. Or, dans ce dernier cas, une seule condition manque, qui existe au contraire dans la première expérience : c'est la conduction par les tissus *à partir du point excité*. Cela montre que l'affaiblissement constaté en opérant avec une seule grenouille ne peut tenir qu'à une interférence de cette excitation transmise par les tissus avec l'excitation *recueillie un peu plus loin sur le nerf* par le conducteur métallique.

» Ces phénomènes d'inhibition me paraissent donc tenir à une interférence des ondes nerveuses suscitées par l'excitation électrique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur la transmission et l'évolution de certaines tumeurs épithéliales chez la souris blanche.* Note de M. **Henry Morau**, présentée par M. Verneuil.

« En 1888, on me remit une souris blanche ayant dans l'aisselle droite une tumeur du volume d'une noisette, présentant au microscope les caractère d'un épithélioma cylindrique type. Le tissu de cette tumeur, broyé dans une capsule de verre, fut injecté sous la peau de l'aisselle ou de l'aine d'autres souris, non parentes de la première, mais qui, une fois inoculées, furent placées dans sa cage et sur le même lit de sable.

» Trois mois après, on constatait chez toutes, au point d'inoculation ou sous la peau d'autres régions, des tumeurs absolument semblables entre elles et à celle qui avait servi aux inoculations initiales.

» Leur tissu servit à son tour à de nouvelles expériences sur des souris divisées en trois lots :

» Les premières et les secondes furent inoculées par injections sous-cutanées : les unes consacrées à la reproduction, afin de créer une race d'animaux issus de parents malades. Les autres devant fournir des tumeurs pour des expériences ultérieures. Aux troisièmes, non inoculées, on fit manger l'épithélioma broyé, intimement mélangé à de la mie de pain.

» Quatre ou cinq mois après, toutes les souris inoculées (premier et deuxième lot) avaient des tumeurs en diverses régions sous-cutanées. Celles du troisième lot, qui avaient ingéré le produit morbide, furent également infectées à la vulve, à l'aine, etc., mais un peu plus tardivement.

» Toutes les tumeurs de cette deuxième série offraient la même structure que la tumeur originelle : le type anatomique était même plus pur, les éléments cellulaires mieux formés et plus régulièrement disposés. Enfin elles étaient, en général, plus volumineuses, à ce point que chez un des animaux le néoplasme était deux fois plus gros que la bête tout entière.

» Une troisième série d'expériences, sur des souris issues de père et mère malades, c'est-à-dire en état d'hérédité virtuelle, donnèrent les résultats suivants : sur cinq d'entre elles, abandonnées à elles-mêmes, deux, au bout d'un an et dix-huit mois, présentèrent des tumeurs sous-cutanées survenues sans cause déterminante appréciable.

» Les autres héréditaires qui avaient été inoculées devinrent toutes néoplasiques, mais les tumeurs apparurent tardivement; en revanche, elles évoluèrent avec rapidité et exubérance. Deux souris portaient jusqu'à cinq tumeurs, dont l'une siégeait dans le foie.

» Chez les animaux consacrés à la reproduction, la grossesse eut une influence remarquable sur l'évolution des tumeurs, lesquelles, arrêtées au début de la gestation, stationnaires pendant sa durée, prirent, après l'accouchement, un développement extrême avec dégénérence hémokystique et parfois généralisation.

» Cette généralisation pouvait être produite expérimentalement d'une autre manière.

» Les épithéliomas, au début, sont toujours limités par une capsule fibreuse épaisse (c'est-à-dire enkystés). La peau et les tissus voisins ne sont envahis que très tardivement, quand la tumeur prend un grand

volume. Or, si, à l'aide d'un instrument aigu, on ponctionne et l'on dilacère la capsule, on voit souvent d'autres tumeurs apparaître en diverses régions du corps. Dans deux cas, où l'on avait volontairement extirpé la moitié seulement des tumeurs, la portion conservée prit un développement considérable; et, trois mois après, plusieurs tumeurs, du même type d'ailleurs, se formèrent en d'autres points.

» Aujourd'hui, après cinq ans d'expériences non interrompues, le néoplasme de 1888 a déjà été transmis à dix-sept générations de souris. Chez les héréditaires, les tumeurs se produisent encore, mais un peu moins constamment et moins vite qu'au début; chez les animaux nouveaux et sains, l'inoculation réussit moins vite et moins souvent, comme si le principe inoculable s'était atténué.

» Voici maintenant quelques expériences complémentaires :

» J'ai inoculé l'épithélioma de la souris blanche à d'autres rongeurs, lapins, cobayes, rats, chez lesquels on observe quelquefois des néoplasmes spontanés; j'ai constamment échoué chez le lapin et le cobaye, et réussi seulement deux fois sur dix tentatives chez le rat blanc de nos laboratoires. Le rat gris d'Algérie paraît avoir une réceptivité plus grande que les rats communs, quatre inoculations sur dix ayant été positives.

» J'ai inoculé à deux animaux précités, et avec toutes les précautions nécessaires, l'épithélioma de l'homme, sans avoir jusqu'ici obtenu le moindre résultat.

» Frappé de la singulière résistance et de la conservation en bonne santé de souris portant d'énormes tumeurs, j'ai cherché comment l'infection pouvait se produire chez elles. En conséquence, j'ai préparé, selon la méthode Brown-Séquard et d'Arsonval, et injecté aux souris divers sucs néoplasiques.

» Les uns provenant d'épithéliomas humains ont donné des résultats tout à fait contradictoires, tantôt la mort rapide, tantôt la tolérance complète.

» Le suc néoplasique de la souris injecté à la souris l'a tuée vivement quand on l'avait tiré de tumeurs récentes. Préparé, au contraire, avec des néoplasmes anciens et très volumineux, il n'entraîne pas fatalement la mort, mais bien un état cachectique avec diarrhée, amaigrissement, etc.

» Les cultures bactériologiques des épithéliomas de la souris m'ont appris qu'on n'obtenait rien, quel que fût le milieu nutritif employé, si la tumeur était ulcérée; que, dans le cas contraire, on voyait naître tous les microbes pyogènes qui n'ont rien à voir dans la question de la spécificité des néoplasmes.

» *Conclusions*. — 1° L'épithélioma cylindrique de la souris blanche est transmissible à des animaux de la même espèce, par inoculation et par ingestion;

» 2° L'hérédité joue un rôle considérable dans le développement et l'évolution de ces tumeurs;

» 3° Le traumatisme hâte et favorise leur généralisation; il en est de même de la gestation et de l'accouchement;

» 4° Ces tumeurs fabriquent des poisons qui, résorbés par l'organisme, en amènent la détérioration et la cachexie;

» 5° Elles semblent perdre de leur virulence à mesure qu'elles évoluent chez des animaux nouveaux, mais toujours de même espèce;

» 6° Tant que ces tumeurs ne sont point ulcérées, elles ne renferment pas de microbes. »

M. **Verneuil** appelle l'attention sur ces expériences, les plus remarquables sans contredit de toutes celles qui ont été faites jusqu'ici dans cette direction, non seulement par leur précision, leur nombre, la netteté de leurs résultats et la persévérance avec laquelle elles ont été poursuivies cinq années durant, mais encore par l'appui qu'elles donnent et la confirmation qu'elles apportent à certains faits de pathologie humaine, établis par l'observation clinique et concernant l'hérédité des néoplasmes, l'influence du traumatisme et de la gestation sur leur apparition, évolution et généralisation, les causes de l'infection, de la cachexie, de l'invasion microbienne, etc.

L'obscurité profonde qui règne encore sur la pathogénie des néoplasmes augmente l'importance et l'intérêt de recherches de ce genre.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Lois de l'évolution des fonctions digestives.* Note de M. **J. Winter** (¹), présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note récente (²), j'ai montré que, en dosant les éléments chlorés du suc gastrique à divers moments de la digestion, on constate des relations mathématiques simples entre les valeurs successivement trouvées, même à des jours différents, chez le même chien à *fistule* gastrique.

(¹) Travail du laboratoire de M. le professeur Hayem.

(²) *Comptes rendus*, 26 décembre 1892.

» De semblables relations, relevées entre les divers termes du travail d'un organe vivant, n'ont jamais été signalées et ont pu surprendre. Aussi, en raison des conditions expérimentales irrégulières des exemples visés dans ma Note, n'ai-je point osé généraliser cette première tentative d'application du calcul à des phénomènes physiologiques.

» Depuis cette époque j'ai fait d'assez nombreuses expériences sur des chiens *sans fistule* et absolument sains. Je retirais le liquide gastrique au moyen de la sonde stomacale, à divers moments d'une même digestion.

» Les résultats étant multiples, j'en ferai trois groupes.

» Je vais résumer aujourd'hui le *premier* groupe dans ses points *les plus généraux*.

» Les éléments dosés dans mes analyses sont : T = chlore total; F = chlorures fixes; H = HCl *libre;* C = HCl combiné à la matière organique. On a entre ces éléments la relation

$$T - F = H + C.$$

» Comme repas d'épreuve, j'ai employé de l'eau et de la viande. Je prends un exemple : repas $\left\{\begin{array}{ll}\text{eau.....} & 400\\ \text{viande..} & 200\end{array}\right.$.

*Tableau des résultats de l'analyse* (pour $100^{cc}$) :

| Moment de l'extraction. | T. mgr. | F. mgr. | H. mgr. | C. mgr. |
|---|---|---|---|---|
| Après 7 minutes...... | 58,4 | 46,8 | 0 | 11,6 |
| » 14 » ...... | 73,0 | 58,4 | 0 | 14,6 |
| » 21 » ...... | 83,9 | 65,7 | 0 | 18,2 |
| » 28 » ...... | 94,9 | 69,3 | 7,9 | 17,7 |
| » 60 » ...... | 169,0 | 76,6 | 38 | 54,4 |
| » 124 » ...... | 299,0 | 94,9 | 0 | 204,1 |

» Tels sont les résultats de l'expérience. Si maintenant je *calcule* toutes ces valeurs, d'après la *théorie,* en fonction du temps et de constantes initiales, voici ce que j'obtiens :

*Tableau des résultats théoriques :*

| | | T. mgr. | T. mgr. | T. mgr. | T. mgr. |
|---|---|---|---|---|---|
| Première période | Après 7 minutes... | 57,3 | 45,8 | 0 | 11,5 |
| | » 14 » ... | 72,3 | 57,8 | 0 | 14,5 |
| | » 21 » ... | 82,5 | 66,2 | 0 | 16,3 |
| | » (24,0 » ... | 86,8 | 69,5 | ? | 17,3) |
| Seconde période | » 28 » ... | 97,3 | 70,4 | 8,7 | 18,2 |
| | » 60 » ... | 172,4 | 77,9 | 44,6 | 49,9 |
| | » 124 » ... | 297,2 | 93,2 | 0 | 209,1 (T.-F. donne 203,9) |

» Le procédé de calcul employé est celui que j'ai exposé dans ma Note précédente (*loc. cit.*).

» En résumant toutes mes expériences et ne relevant ici que les points généraux, voici ce que je trouve :

» *Les accroissements sont continus en deux périodes bien distinctes que le calcul seul peut mettre en évidence.*

» Première période ou *phase de concentration.* — I. Il n'y a jamais d'HCl libre.

» II. T, F, C suivent la même loi d'accroissement

$$y = kx^{\frac{p}{q}}.$$

$k$ désignant une constante et $x$ le temps compté en minutes depuis le commencement du repas, $p$ et $q$ sont des nombres entiers.

» En désignant par $a$, $f$, $c$ les constantes initiales de T, F et C, l'équation de la méthode, pendant cette période, est

$$x^{\frac{p}{q}}(a - f) = cx^{\frac{p}{q}}.$$

» On voit que pendant toute cette première phase les termes T, F, C restent entre eux dans un *rapport constant.*

» Seconde période ou *phase de réaction.* — I. L'HCl libre ne se produit que durant cette phase, le plus régulièrement dès le début.

» II. T, F, C suivent des lois d'accroissements *différentes*. En d'autres termes, leurs rapports respectifs varient en fonction du temps.

» Il importe, *pour l'intelligence de l'exemple cité,* d'examiner chaque terme en particulier.

» Pour cela considérons T et C, en fonction de nouvelles constantes initiales $a'$ et $c'$ et du temps $x$ (compté depuis l'origine).

» Soit T. Ce terme croît, dans cette période, suivant la loi générale

$$T = a' x^{\frac{m}{n}}.$$

» Le moment $\theta$ où T change de direction *marque le commencement de la seconde phase. Il coïncide avec le changement des vitesses de* F et, généralement, avec l'apparition de H. Ce point $\theta$ est le point commun aux deux

courbes de T. Il est déterminé par l'équation

$$a x^{\frac{p}{q}} = a' x^{\frac{m}{n}}.$$

» Considérons F au point $\theta$. Soit $F_\theta$ sa valeur et V sa vitesse en ce point. A partir de ce moment, j'ai dans tous mes exemples $V = 0$ ou $\frac{V}{b} = \pm k$, $b$ et $k$ étant des constantes.

» On peut donc, pour toute valeur du temps, supérieure à $\theta$, calculer F par la formule $F = F_\theta \pm k(x - \theta)$.

» *Dans toutes mes expériences* je trouve pour C, malgré la présence d'un excès parfois sensible d'HCl libre, la loi d'accroissement

$$C = c' x^2.$$

» Cet accroissement est remarquable. Il sera discuté plus tard.

» C change de direction au temps $t$ qui ne coïncide pas nécessairement avec $\theta$, c'est-à-dire avec l'apparition de H. Cette circonstance imprime nettement à C son caractère d'individualité. $t$ est déterminé par l'équation

$$c x^{\frac{p}{q}} = c' x^2.$$

» Le calcul de H se fait simplement d'après $T - (F + C) = H$.

» Voici les constantes et les formules qui ont servi à ce calcul.

*Première phase :* $T = 30\sqrt[3]{x}$; $F = 24\sqrt[3]{x}$; $C = 6\sqrt[3]{x}$.

*Seconde phase :* $\theta = 24^{m},0$; $t = 38^{m},8$; $T = 8\sqrt[4]{x^3}$, $C = 0,136 x^2$; $F = 69,5 + 0,2383(x - \theta)$.

» Dans une prochaine Note j'interpréterai ces résultats. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure histologique des levures et leur développement.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« La question de l'existence d'un noyau dans les cellules de la levure a été agitée à diverses reprises : elle vient de l'être encore tout récemment dans deux sens différents et opposés.

» Ainsi, le Dr H. Moeller a indiqué l'existence dans toutes les cellules

d'un noyau ([1]) : ses observations viennent d'être contredites par F. Krasser, qui admet que le corps indiqué par Moeller n'est pas comparable au noyau; il n'a pas de structure et ne renferme pas de nucléine : cette dernière substance serait dispersée, d'après lui, dans toute la cellule ([2]).

» Dans cette Note, je montrerai que la levure de bière (*Saccharomyces cerevisiæ*) possède un noyau bien caractérisé et j'indiquerai, en outre, les phénomènes qui accompagnent le bourgeonnement. Les matériaux d'étude ont été fixés à l'alcool absolu et colorés à l'hématoxyline; ils ont été observés avec l'objectif apochromatique de Zeiss $2^{mm},0$.

» La cellule de levure, dans ces conditions, montre, sous la membrane, une couche épaisse d'un protoplasma dense, homogène, se colorant assez fortement sous l'influence du réactif : ce protoplasma entoure une grande vacuole interne; le noyau se trouve logé dans l'épaisseur de cette couche protoplasmique, et, à l'état de repos, il est sphérique, limité par une membrane nucléaire très nette; au centre, se trouve un gros nucléole également sphérique, très coloré; la couche de hyaloplasme qui se trouve entre le nucléole et la membrane reste incolore; elle se charge assez souvent d'un ou plusieurs arcs de chromatine au contact immédiat de la membrane nucléaire.

» Indiquons maintenant comment s'opère le bourgeonnement : la papille qui va s'isoler et constituer une nouvelle cellule peut débuter en un point diamétralement opposé à celui où se trouve le noyau : elle est à peu près sphérique et contient, comme la cellule mère, une couche de protoplasma entourant une vacuole; elle est reliée à cette cellule mère par un pédicelle très fin qui ne se voit pas sur le vivant. Le noyau de la cellule mère peut, à ce stade, ne montrer encore aucun changement; son rôle semble donc absolument passif jusque-là; il se porte ensuite jusqu'au point d'attache du pédicelle et il se divise en deux; cette division se fait, au moins le plus souvent, suivant le mode direct; le nucléole se partage en deux moitiés entourées chacune par la zone claire de hyaloplasme. La division se fait dans le plan perpendiculaire à l'axe qui traverse à la fois la cellule mère et la cellule fille, de sorte que l'un des noyaux se trouve accolé au pédicelle comme à l'entrée d'un entonnoir; il s'y prolonge bientôt en un mince filet chromatique qui atteint la cellule fille, s'y renfle, atti-

---

([1]) *Ueber den Zellkern und die Sporen der Hefe* (*Centralblatt f. Bakt. und Parasitenkunde,* t. XII, p. 537).

([2]) *Ueber den Zellkern der Hefe* (*Oesterreich. bot. Zeitschr.*, t. XVIII; 1893).

rant à lui finalement les dernières granulations chromatiques. Pendant tout ce temps du passage dans le pédicelle, le noyau n'offre pas trace de membrane nucléaire; après, il reprend sa structure ordinaire.

» Le noyau de la cellule mère se porte en un autre point de la cellule, où une nouvelle papille se formera; lorsque la végétation est rapide, on observe plusieurs bourgeons à la fois sur la même cellule, mais ils sont d'*âge différent;* ils se forment successivement de la manière qui vient d'être indiquée; à chaque nouveau bourgeonnement correspond une nouvelle bipartition du noyau. »

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur un nouveau procédé de culture du Champignon de couche.* Note de MM. **J. Costantin** et **L. Matruchot**, présentée par M. Duchartre.

« La culture du Champignon de couche, si importante pour la banlieue de Paris, se fait encore aujourd'hui par des procédés empiriques qui n'ont pas changé depuis plusieurs siècles. Cependant les résultats qu'ils fournissent sont des plus incertains, et c'est en partie aux pratiques en usage qu'on doit attribuer le grand développement des maladies qui sévissent sur cette industrie. Il nous a paru utile de chercher à perfectionner cette culture, en nous aidant des données que la science cryptogamique peut actuellement fournir.

» Plusieurs savants ont déjà réussi à obtenir le développement complet de quelques Champignons Basidiomycètes non comestibles, présentant des affinités lointaines avec le *Psalliota* cultivé ([1]). Pour celui-ci, jamais la culture à partir de la spore n'a été obtenue : aujourd'hui encore, on ne sait produire le Champignon de couche que par le procédé grossier des champignonnistes, en partant du mycelium, du *blanc de Champignon*, qu'on trouve à l'état spontané dans les tas de fumier.

» Nous sommes arrivés au résultat cherché, c'est-à-dire au développement complet à partir de la spore, à l'aide d'une méthode dont la portée nous semble générale et qui, nous l'espérons, pourra s'appliquer à d'autres espèces comestibles, comme le Bolet et la Morille, dont la culture a été jusqu'à ce jour vainement tentée.

---

([1]) M. Van Tieghem, en 1876, et M. Brefeld, en 1877, ont suivi le développement des Coprins; M. Brefeld en 1889, et M. Costantin en 1891, ont obtenu le développement du *Nyctalis;* enfin, en 1891, M. Costantin a cultivé un *Marasmius*.

» *Méthode suivie.* — Nous recueillons les spores d'une façon pure et nous les semons, à l'abri de tout germe étranger, sur un certain milieu nutritif stérilisé. Nous obtenons de la sorte un mycelium qui s'agrège en cordons et qui est du *blanc pur*. Par cultures répétées sur un substratum identique, ce blanc peut être multiplié indéfiniment; transporté à un moment donné sur du fumier stérilisé, il s'y développe abondamment en quelques semaines. A cet état, il a l'aspect et l'odeur caractéristiques du blanc naturel. Qu'on vienne à le *larder* dans une meule de fumier ordinaire, il *prend*, s'accroît et fructifie normalement.

» Nous avons donc entre les mains un *blanc artificiel*, ayant toutes les propriétés du *blanc naturel* que les maraîchers fournissent aux champignonnistes. Y aurait-il intérêt à substituer le premier au second? Les avantages de cette substitution nous semblent multiples :

» I. *Suppression des maladies apportées par le blanc lui-même.* — Le blanc naturel est très souvent impur : il apporte avec lui des maladies variées et redoutables. Cette contagion par le mycelium pourrait être évitée par l'emploi du blanc artificiel, toujours pur, que nous savons préparer.

» Parmi ces maladies du blanc, l'un de nous a déjà indiqué le *vert-de-gris*, le *chanci* et le *plâtre;* nous pouvons aujourd'hui en signaler une quatrième, la *goutte* (¹), dont la cause originelle est une Bactérie qui, en s'attaquant au mycelium, produit ce qu'on appelle le *blanc goutteux*.

» II. *Choix des variétés.* — On sait qu'il existe diverses variétés de Champignons de couche; celles dont le chapeau est tout à fait blanc sont les plus estimées sur le marché. Or le champignonniste qui *lève* du blanc vierge dans un tas de fumier doit, s'il veut voir ce blanc se développer dans la meule et produire, le recueillir avant qu'il y ait eu fructification : il ignore donc à quelle variété de Champignons il a affaire. Notre méthode permet, au contraire, de prendre la spore d'une variété déterminée et de cultiver une race de choix.

» III. *Production permanente de blanc.* — Actuellement la production de blanc est intermittente; le champignonniste ne peut se procurer de blanc nouveau qu'à la fin de l'automne et pendant l'hiver. Nos cultures pourraient, au contraire, fournir du blanc frais à une époque quelconque de l'année, ce qui est un avantage évident.

» Toutefois l'avantage le plus important de la fabrication de blanc pur

---

(¹) Cette maladie produit sur le chapeau des déformations déjà décrites (COSTANTIN, *Bulletin de la Société biologique*, 1892).

nous paraît être la suppression possible de toutes les maladies que le blanc apporte généralement avec lui. Or, d'autre part, on peut arriver, par la désinfection préalable d'une carrière, à y détruire les germes laissés par les maladies ayant sévi sur des cultures antérieures. On voit donc qu'il serait possible, par l'emploi combiné des deux méthodes, de diminuer, dans une large mesure, l'intensité des maladies cryptogamiques du Champignon de couche.

» Ce résultat intéresse spécialement la région parisienne, dont une vaste partie du sol souterrain est encore inutilisée. La culture du Champignon, devenue moins aléatoire, pourrait trouver là à s'étendre beaucoup, sans empiéter en rien sur le terrain réservé aux cultures maraîchères à la surface du sol. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les glaciers du Spitzberg.* Note de M. **Charles Rabot**, présentée par M. Daubrée.

« Au cours de mes deux voyages au Spitzberg, en 1882 et en 1891, l'étude des phénomènes glaciaires a tout particulièrement attiré mon attention. Sur ce complexe de terres la glaciation se manifeste avec une ampleur et une variété de formes dignes d'études à tous égards.

» L'archipel du Spitzberg est composé de cinq îles principales : le Spitzberg occidental, la plus étendue de ces terres, la Terre du Nord-Est, et à l'est, la Terre d'Edge, l'île de Barents et les îles du Roi Charles.

» La Terre du Nord-Est, tout entière recouverte d'une nappe de glace continue, présente le type franc de ces carapaces cristallines spéciales aux régions boréales, que les géologues scandinaves désignent sous le nom d'*inlandsis*. Ce type d'agrégat glaciaire, qui se retrouve au Grönland avec des dimensions considérables, et, en Norvège comme en Islande, sous une forme beaucoup plus restreinte, est une réduction de la coupole glaciaire qui a recouvert les pays scandinaves pendant les temps quaternaires.

» Tout différent est l'aspect du Spitzberg occidental. Au lieu d'une nappe de glace d'un seul tenant, étalée sur toute la surface de l'île, on y observe seulement trois grands massifs de glaciers, séparés par des zones exemptes de glaciation. C'est d'abord, dans le sud, jusqu'à la latitude de la Van Mijen-bay (Belsound), un premier massif occupant l'île sur les deux tiers de sa largeur environ. Au nord-ouest, la presqu'île circonscrite par la Wijdebay, l'Isfjord et l'Océan arctique forme une seconde zone de glaciers.

La troisième occupe tout le nord-est du Spitzberg à l'est de la Klaas Billenbay et de la Sassenbay.

» Dans ces divers massifs, le phénomène glaciaire ne se présente pas avec la même énergie. Sur la côte est, il se produit avec une puissance beaucoup plus grande que sur la côte ouest, et dans cette dernière zone son intensité est variable. Le massif du nord-est, avec ses rares saillies rocheuses émergeant au-dessus d'une immense plaine de glace, est un pays alpin soumis au maximum de glaciation. Le groupe du nord-ouest, tout au moins dans sa partie méridionale, présente, au contraire, des chaînes de pics rocheux dominant de larges vallées remplies par des glaciers. Cette partie du Spitzberg donne la représentation exacte d'une région qui en est à la fin de sa période glaciaire. Ces deux degrés de glaciation se trouvent réunis dans le massif méridional au sud du Belsound. La côte est de cette région, baignée par le Storfjord, n'est qu'un énorme glacier avec de rares pointements rocheux, comme le groupe du nord-est, tandis que sur la côte ouest la nappe de glace de l'intérieur n'atteint le littoral que dans deux localités. Plus au nord du Belsound à l'Isfjord, aucun courant de glace n'apparaît sur la côte occidentale.

» Enfin, au centre du Spitzberg, de la Sassenbay à l'Agardhbay et à la Van Mijenbay, s'étend une vaste région où l'on ne rencontre que quelques glaciers peu étendus. Au milieu des grands massifs glaciaires de l'île, il y a là une oasis recouverte d'une végétation relativement riche et habitée par de nombreux troupeaux de rennes. Ainsi, dans un espace très rapproché, se trouvent réunies des régions soumises à une période glaciaire et d'autres où la vie se manifeste avec le maximum d'intensité permis par le climat ([1]).

» Les glaciers du Spitzberg ont pour la plupart une pente très faible. A la partie inférieure, plusieurs d'entre eux présentent une surface découpée par de petits torrents en îlots mamelonnés. Ces courants de glace ont, par suite, un aspect moutonné ([2]). Ces canaux superficiels charrient des sédiments et parfois même des cailloux qui viennent se mêler aux moraines. Ainsi s'explique dans ces formations la présence d'éléments à angles émoussés. La moraine de gauche du glacier de l'Est, dans la baie de la Recherche, est constituée, en grande partie, de graviers et de cailloux arrondis.

» Les glaciers du Spitzberg subissent, comme ceux des Alpes, des variations de longueur.

» Ces mouvements sont particulièrement intéressants à constater dans la baie de la Recherche, la plupart des expéditions qui ont visité cette localité ayant pris le soin de relever la position des glaciers.

---

([1]) D'après M. Nathorst, sur les 122 espèces qui constituent la flore du Spitzberg, 113 sont représentées dans la région supérieure de l'Isfjord (Sassenbay, Klaas-Billenbay).

([2]) Glacier de la Pointe des Renards, d'après nos observations. Glacier de Nordenskiöld, d'après les photographies du baron de Geer.

» Le document fondamental, pour ce genre d'études, est la Carte de la baie dressée en 1838 par les officiers de la corvette française *la Recherche*, à laquelle nous devons joindre les belles observations de MM. Eugène Robert et Charles Martins. A cette époque, le glacier était dans une période de crue très accentuée. Depuis, il a subi un mouvement constant de recul, signalé pour la première fois en 1873, par M. A.-E. Nordenskiöld.

» En 1890, d'après les mesures de M. Björling, le front du glacier se trouvait à $2^{km}$ environ de celui qu'il occupait en 1838, et l'an dernier, les officiers de la *Manche* ont constaté un recul de $300^{m}$ survenu en deux ans.

» En même temps que le glacier de l'Est rétrogradait, d'autres éprouvaient, au contraire, un mouvement de progression. Pendant l'hiver 1860-61, un courant de glace comblait un mouillage de la Van Mijenbay. Vers la même époque, la baie de la Ginevra était envahie par un glacier, et un second glacier réunissait au continent l'île des Morses dans le Storfjord (¹).

» Ainsi, vers 1860, les glaciers du Spitzberg paraissent avoir éprouvé une crue, en concordance avec celle qui a été observée dans les Alpes il y a une quarantaine d'années. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 JUILLET 1893.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Sixième série, juillet 1893. T. XXIX. Paris, Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie* (fondé en 1809), par MM. FREMY,

(¹) Lamont.

REGNAULT, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGFLEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. N° 1, 1^er juillet 1893. Paris, G. Masson.

*L'Annuaire universel illustré*. Première année, 1893. Revue générale de l'année 1892. France, Étranger. Paris, 1893; 1 vol. in-4°.

*Des signes des maladies du cœur chez les enfants*, par le Dr L'HUILLIER. Nancy, Berger-Levrault, 1893; 1 broch. in-8°.

*De l'identité de la matière. Une hypothèse*, par M. WAREG MASSALSKI, ingénieur, docteur en Sciences chimiques. Louvain, 1877; broch. in-8°.

*Système dentaire des animaux Vertébrés*, par M. A. LAVOCAT, membre de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Toulouse, Douladoure-Privat, 1893; 1 broch. in-8°.

*Application des lois de la dissociation à l'étude des phénomènes biologiques*, par M. LÉON BRASSE. Paris, Imprimerie de la Cour d'appel, 1893. (Renvoi au concours du prix Lacaze.)

*Reports on the results of dredging*, under the supervision of ALEXANDER AGASSIZ, *in the gulf of Mexico* (1877-78), *in the Caribbean sea* (1878-79) *and along the Atlantic coast of the United-States* (1880), *by the M. S. Coast Survey steamer Blake*, lieut.-com. S.-D. SIGSBEE, U.-S. N., and commander I.-R. BARTLETT, U.-S. N., commanding. XXXIII. *Description des Crustacés de la famille des Paguriens recueillis pendant l'expédition* par Alphonse Milne-Edwards et E.-L. Bouvier. Cambridge, U.-S. A., 1893; 1 vol. gr. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

GIOVANNI SCHIAPARELLI. *Il Pianeta Marte*. Estratto dai fascicoli ni 5 e 6, 1 e 15 febbraio 1893 della rivista *Natura ed Arte*. Milano, 1893; 1 broch. in-4°.

*Iconography of candolleaceous plants*, by baron FERD. VON MUELLER, Government botanist for the colony of Victoria. First decade. Melbourne, 1892; vol. in-4°.

*La natura infettiva della corea del Sydenham*. Ricerche anatomiche, sperimentali e cliniche del dottore GIUSEPPE PIANESE, preparatore. Napoli, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Hourly meteorological observations made at the Madras observatory*, from january 1856 to february 1861. Printed by order of the Madras Government. Madras, 1893; 1 vol gr. in-4°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 12 juin 1893.)

Note de M. *A. Recoura*, Sur les acides chromodisulfurique, chromotrisulfurique, etc. :

Tome CXVI, page 1369, ligne 4, *au lieu de* $(Cr^2 5SO^4)H^4$ diss. + 2NaOH, *lisez* $(Cr^2 5SO^4)H^4$ diss. + 4NaOH.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur l'historique des faits qui ont démontré l'existence de l'atmosphère coronale du Soleil;* par M. J. JANSSEN.

« On sait que l'existence de l'atmosphère coronale, qui est considérée aujourd'hui comme démontrée, fut mise en doute longtemps encore après la célèbre éclipse totale de 1868 qui ouvrit un champ tout nouveau et inaugura la série des découvertes contemporaines sur la constitution du Soleil.

» L'éclipse de 1868 nous révéla la nature et l'origine des protubérances, mais on ne tenta même pas l'étude de cette magnifique auréole ou gloire qui entoure le Soleil éclipsé et qu'on a appelée la *couronne*.

» Cette étude fut abordée pendant les éclipses de 1869 et 1870, mais les astronomes furent loin de s'accorder sur l'origine du phénomène.

» L'éclipse de décembre 1871, qui devait avoir lieu dans les Indes et passer notamment sur les hauts plateaux des Nelgherries, fournissait une excellente occasion d'aborder de nouveau cette étude.

» Jugeant que les insuccès des études tentées jusque-là tenaient principalement à la faiblesse lumineuse du spectre donné par la couronne dans les instruments trop dispersifs employés, nous nous attachâmes à obtenir un spectre beaucoup plus lumineux, par l'emploi d'un télescope de très court foyer et d'un spectroscope approprié.

» Aidé de ces dispositions toutes spéciales et favorisé d'une part par la hauteur de la station et la pureté de l'atmosphère au moment de l'éclipse, nous pûmes fixer un certain nombre de points qui résolvaient la question :

» 1° Que l'aspect de la couronne reste le même pendant la durée de la totalité et malgré le changement des positions relatives de la Lune et du Soleil; phénomène qui n'aurait pas lieu avec une couronne due à des effets de diffraction.

» 2° Que le spectre coronal présente les raies brillantes des protubérances avec une intensité qui indique une émission propre et en outre la raie dite 1474 plus forte dans ce spectre que dans celui même des protubérances, fait de la plus haute importance pour accuser une émission propre du milieu coronal et démontrer que le phénomène de la couronne est bien dû à la présence d'un milieu gazeux incandescent.

» 3° Enfin et en outre des phénomènes de polarisation radiale présentés par la couronne, nous pûmes reconnaître dans le spectre coronal l'existence de plusieurs raies sombres du spectre de Fraunhofer, notamment la raie D; ce phénomène de réflexion de la lumière solaire sur le milieu coronal montrait bien la matérialité de celui-ci.

» Les conclusions de nos observations furent généralement admises par les astronomes et l'existence de l'atmosphère coronale ne parut plus faire de doute.

» Cependant l'existence des raies fraunhofériennes obscures dans le spectre coronal ne paraissait pas rencontrer toutes les adhésions. Elles furent cependant revues par certains observateurs, d'abord oculairement pendant l'éclipse de 1878 et ensuite, en 1882, pendant l'éclipse d'Égypte par M. Schuster, à l'aide de la Photographie.

» L'éclipse de 1883, que nous observâmes à l'île Caroline, nous les montra d'une manière complète puisque nous vîmes alors dans le spectre coronal une centaine environ de lignes obscures. Ce spectre était obtenu, il est vrai, avec un télescope et un spectroscope extrêmement lumineux.

» Ces observations avaient complètement formé notre conviction à cet égard. Cependant nous désirions que l'existence de ces raies fraunhofériennes qui, en accusant la réflexion de la lumière solaire sur la matière du milieu coronal donnent la preuve de sa réalité matérielle, nous désirions, disons-nous, que cette existence fût démontrée pour tous par la méthode à laquelle on demande aujourd'hui la certitude qui résulte de l'enregistrement impersonnel, c'est-à-dire par la Photographie. Or M. le comte de la Baume Pluvinel, qui est profondément versé dans la théorie et la pratique de la Photographie scientifique, était particulièrement préparé pour combiner les dispositions nécessaires à l'obtention d'un beau spectre de la couronne, et c'est ce qu'il fit.

» Aussi, malgré les conditions atmosphériques peu favorables pendant l'éclipse, et l'insuffisance des secours personnels que M. Pasteur trouva à sa station, put-il rapporter un spectre photographique de la couronne présentant un haut intérêt au point de vue qui nous occupe.

» Ce spectre photographique se rapporte aux parties basses et moyennes de la couronne. Les parties basses montrent, avec une grande intensité, les raies brillantes des protubérances et du milieu coronal, ainsi que la Note de M. de la Baume Pluvinel le signale.

» Mais la partie du spectre qui correspond à une région moyenne et plus élevée présente le spectre fraunhoférien de réflexion mêlé au spectre coronal. Le nombre des raies sombres est assez considérable et ne peut laisser aucun doute.

» De H qui est renversée à *h*, on constate notamment les raies du fer $\lambda = 400,45$, du manganèse $\lambda = 403$ et $403,5$; de *h* à G, les raies $\lambda = 413,15$ et $413,4$ du calcium; $\lambda = 413,3$ et $418,7$ du fer; $422,6$ du calcium; $\lambda = 427,2$ du fer; $\lambda = 429,8$ du calcium et $\lambda = 430,7$ du fer; la ligne $\lambda = 434$ H*g* renversée et $\lambda = 438,2$ et $440,4$ du fer, etc.; de G à F les lignes $438,2$ et $440,4$ du fer; etc. Les positions de ces raies ont été relevées par M. de la Baume et nous, à l'aide de la machine à mesurer de MM. Brunner qui appartient à l'observatoire.

» Dans l'ultra-violet, indépendamment des raies brillantes de l'hydrogène signalées dans la Note de M. de la Baume, on reconnaît encore des parties fraunhofériennes.

» On peut donc considérer le fait de la réflexion de la lumière solaire sur la matière de l'atmosphère coronale comme définitivement établi.

» Mais on doit ajouter que ce phénomène de réflexion, qui est un phénomène de faible intensité et d'observation délicate, ne peut se constater que dans certaines parties de la couronne, là où l'émission lumineuse n'est pas

trop forte et où cependant la densité du milieu est encore assez grande pour permettre une réflexion suffisamment abondante. En outre, il faut que l'appareil spectroscopique donne au spectre une dispersion et une intensité bien appropriées à la manifestation du phénomène. Ces considérations expliquent la rareté des circonstances dans lesquelles il a été vu.

» J'ajoute que l'importante observation de M. Deslandres sur le mouvement de rotation de l'atmosphère coronale par la belle méthode de M. Fizeau vient encore corroborer ces résultats.

» En résumé, on nous permettra de constater qu'il ressort de tous ces faits que les observations de 1871 à Schoolor, qui concluaient à l'existence d'une nouvelle atmosphère solaire, que nous proposions de nommer *atmosphère coronale*, se trouvent aujourd'hui pleinement confirmées. »

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Introduction naturelle de termes proportionnels aux déplacements de l'éther (ou termes de Briot), dans les équations de mouvement des ondes lumineuses;* par M. **J. Boussinesq.**

« Depuis quelques années déjà, les calculs si précis de M. Carvallo sur la dispersion de la lumière et principalement des radiations infra-rouges, ont montré la nécessité d'introduire dans les équations de mouvement de l'éther un petit terme proportionnel à ses déplacements. Je me propose ici de faire voir que cette introduction ressort tout naturellement du mode d'explication des phénomènes lumineux que j'ai exposé de 1867 (¹) à 1873 (²) et qui a, depuis, servi de point de départ à un grand nombre de travaux publiés surtout en Allemagne. Je profiterai d'ailleurs de l'occasion pour simplifier et compléter mon essai, déjà ancien, de théorie.

» I. L'idée fondamentale de cette théorie a été l'assimilation de l'éther des corps à un fluide incomparablement plus divisé et plus ténu que la matière pondérable, pourvu de forces élastiques incomparablement plus courtes (ou exercées de bien plus près) que celles de cette matière, et dans lequel enfin les molécules des corps se comporteraient comme le

(¹) *Théorie nouvelle des ondes lumineuses* (*Comptes rendus,* 5 août 1867, t. LXV, p. 235). — Le Mémoire *in extenso* a paru, l'année suivante, dans le *Journal de Mathématiques* (1868; t. XIII, p. 313 à 339), où il a été suivi de trois *Compléments* (même tome XIII, p. 425 à 438; 1872, t. XVII, p. 165 à 174; 1873, t. XVIII, p. 361 à 390).

(²) *Annales de Chimie et de Physique;* décembre 1873 (t. XXX, p. 539 à 565).

font, dans l'air, des grains de poussière disséminés çà et là. C'était admettre, d'une part, et sauf peut-être pour des couches d'épaisseur négligeable recouvrant ces molécules, l'identité de l'éther des corps à l'éther libre, tant pour l'élasticité que pour la densité; d'autre part, la petitesse, dans les corps, de l'étendue propre des molécules pondérables, comparativement aux vides intermoléculaires, et, par conséquent, l'énorme densité de chaque molécule, dans l'espace où sont groupés ses atomes, par rapport à celle du corps auquel appartient la molécule, mais surtout comparativement à la densité de l'éther.

» En effet, la petitesse presque infinie de cette dernière résulte du simple fait qu'une couche de noir de fumée, de $1^{mm}$ (par exemple) d'épaisseur, exposée tout à coup au soleil, absorbe pendant une seconde, sans que ses excursions calorifiques atteignent à beaucoup près celles de l'éther contigu, l'énergie vibratoire que contenait, au commencement de la seconde en question, une colonne de cet éther dont la longueur, entre la couche et le soleil, égale la vitesse de la lumière, c'est-à-dire $300\,000^{km}$ ou 300 milliards de fois l'épaisseur de la couche : ce qui, les énergies cinétiques se trouvant comparables dans les deux manières d'être successives de cette énergie totale, et les vitesses l'étant à peine, dans la seconde, à ce qu'elles étaient dans la première, exige que la longue colonne soit, pour la masse, tout au plus du même ordre de grandeur que la couche de noir de fumée, et n'ait, par suite, qu'une densité à peine comparable à la trois-cent-billionième partie de celle du noir de fumée ([1]).

» Il est clair qu'un fluide si raréfié n'apportera aucune gêne ou résistance appréciable à la translation des corps dans son intérieur, et qu'il pourra même livrer passage à leurs molécules massives sans se déplacer sensiblement dans son ensemble, tout comme l'air reste sensiblement en repos quand on y promène un filet à larges mailles ([2]).

---

([1]) La même petitesse excessive de la densité de l'éther se conclut aussi de la lenteur, pour ainsi dire infinie, avec laquelle la chaleur passe d'un solide ou d'un liquide à l'éther contigu (*rayonnement*), comparativement à ce qu'elle fait, *pour même différence de température*, entre deux solides ou liquides amenés au contact (*conductibilité*). L'éther a beau prendre presque instantanément l'amplitude des excursions moléculaires du corps qu'il touche, sa masse est trop faible pour lui permettre d'en emporter de même l'énergie, comme le ferait un corps palpable.

([2]) Cela ne suffirait cependant pas pour permettre, ainsi que le demandent les physiciens, d'attribuer à l'éther interplanétaire des vitesses de translation négligeables autour du Soleil; car cet éther serait soumis aux lois de Képler, s'il n'était

» II. Quoique une agitation intime continuelle doive assurer sa fluidité [1], en permettant aux atomes de chaque particule de s'y répartir également en tous sens, ou de rétablir sans cesse l'isotropie troublée par les ondes qui s'y transmettent, néanmoins ce rétablissement, après chaque rupture de l'équilibre, exige un certain temps, comme dans tous les fluides, pour s'opérer, et surtout pour devenir *complet;* car les causes qui le produisent agissent sans doute d'autant plus vivement qu'elles ont à effacer une plus grande hétérogénéité survenue dans la particule suivant les divers sens. D'aussi légères marques d'hétérotropie que le sont, par exemple, dans un solide isotrope, d'imperceptibles glissements élastiques de ses couches les unes devant les autres, ne pourront donc pas s'effacer de l'éther si elles se répètent assez souvent, savoir jusqu'à des centaines de trillions de fois par seconde; ce que font les vibrations lumineuses et même les vibrations calorifiques obscures.

» Ainsi, d'une part, l'éther se comportera comme un fluide dans ses déformations perceptibles, et surtout dans ses rapports avec les molécules pondérables en train de le diviser (pourvu du moins que ce soit d'une manière assez peu rapide); phénomènes hors de proportion, par leur amplitude, avec ses légers écarts de l'isotropie, ou trop intenses pour permettre à ceux-ci de s'y révéler. Mais, en même temps, il se comportera comme un solide élastique isotrope dans l'imperceptible mouvement lumineux ou calorifique, proportionné aux mêmes écarts d'isotropie par sa délicatesse et les conservant par sa fréquence.

» III. Toutes les propriétés précédentes de l'éther s'expliquent si l'on admet que sa matière est non pas condensée, comme les corps, en molécules massives, mais répartie à peu près uniformément à l'état d'atomes,

---

pas *impondérable*, ou si sa gravité $g$ n'était pas nulle. On peut voir dans une *Étude*, que j'ai publiée en 1879, *sur divers points de la Philosophie des Sciences* (p. 69), et dans la troisième de mes *Leçons synthétiques de Mécanique générale* (de 1889), comment s'explique la constance du nombre $g$ pour tous les corps de notre système solaire ou même stellaire, sans qu'on ait besoin de faire de cette constance une loi générale de la Nature, mais par une *sélection* inévitable qui n'aurait maintenu dans le système et laissé participer à ses mouvements, à l'époque où il était une nébuleuse très dilatée, que des substances *gravitant* également, tandis que toutes les autres étaient dispersées, par la pesanteur elle-même, dans des systèmes stellaires différents, et que l'éther, ne pesant pas, trop ténu d'ailleurs pour être entraîné, restait fixe dans l'espace.

(1) Voir, à ce sujet, une Note du 19 mai 1891 (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1099).

son élasticité provenant, par suite, de ces actions atomiques (ou chimiques), les plus puissantes incomparablement de toutes les forces naturelles (à égalité des masses les exerçant et les subissant), qui, dans les corps, maintiennent groupés les atomes d'une même molécule, mais s'exercent de beaucoup plus près que la distance des molécules même les plus voisines ou, par conséquent, sont absentes entre molécules. Il ne faut pas moins que ces forces atomiques pour produire une élasticité appréciable dans un milieu de si faible masse, et surtout pour que le rapport du coefficient $\mu$ de l'élasticité de glissement à la deusité $\rho$ y égale le carré d'une vitesse $\omega$ de propagation d'ondes transversales aussi grande que $300000^{km}$ par seconde. Au contraire, dans un corps palpable, l'élasticité, due seulement aux actions intermoléculaires, bien plus faibles aux distances incomparablement moins petites où elles s'exercent, est presque infiniment moindre. Aussi, le rapport du coefficient $\mu_1$ de l'élasticité de glissement qui en résulte, à la densité $\rho_1$ du corps, est-il le carré d'une vitesse $\omega_1$ de propagation (celle des sons à vibrations transversales) de quelques kilomètres au plus.

» Si, dans l'éther, les actions exercées à de pareilles distances, et que l'on peut appeler encore (pour abréger) *actions moléculaires*, ont, à égalité des masses les produisant et les subissant, les mêmes grandeurs que dans les corps, leur influence totale sur l'unité de volume s'exprimera *proportionnellement*, vu le rapport $\frac{\rho}{\rho_1}$ des densités, par un coefficient de l'ordre de $\mu_1 \frac{\rho^2}{\rho_1^2}$; et, comparée à celle des actions atomiques qui est représentée de même par $\mu$, elle n'en sera que la fraction $\frac{\mu_1}{\mu}\frac{\rho_2}{\rho_1^2} = \frac{\omega_1^2 \rho_1}{\omega^2 \rho}\frac{\rho^2}{\rho_1^2} = \frac{\omega_1^2}{\omega^2} \times \frac{\rho}{\rho_1}$, presque infiniment petite par chacun de ses deux facteurs $\frac{\omega_1^2}{\omega^2}$, $\frac{\rho}{\rho_1}$. Ainsi, *dans l'éther libre, l'élasticité provenant des actions atomiques masque entièrement celle que donnent les actions moléculaires* ([1]).

---

([1]) Les actions moléculaires, dans la matière pondérable où elles produisent à elles seules l'élasticité, se montrent aptes à constituer des corps isolés, solides ou fluides, stables ou du moins non explosibles (au moindre ébranlement), enfin, de toutes les grandeurs et de toutes les formes; ce qui exige, comme on sait, que le potentiel $\Phi$ d'élasticité par unité de volume y soit essentiellement positif, ou que la vitesse de propagation des ondes longitudinales y excède $\frac{2}{\sqrt{3}}$ fois la vitesse de propagation des ondes transversales. Au contraire, les actions atomiques semblent ne pouvoir consti-

» IV. Mais quand l'éther n'est plus *libre*, c'est-à-dire occupe les intervalles des molécules composant un corps de densité $\rho_1$, les actions *moléculaires* de la matière pondérable sur l'unité de volume d'éther peuvent n'être pas négligeables.

» Elles le seraient, à la vérité, si ces molécules pondérables suivaient complètement l'éther ambiant dans ses vibrations, ou si leur ensemble participait aux déformations $\partial, g$ de l'éther; car, évaluées à la manière des actions précédentes, elles se trouveraient alors représentées proportionnellement, entre unités de masse, par le coefficient $\frac{\mu_1}{\rho_1^2}$, et, en tenant compte des masses effectives qui les exercent et les subissent, par le coefficient $\frac{\mu_1}{\rho_1^2}\rho_1\rho = \mu_1\frac{\rho}{\rho_1}$, vu les densités $\rho$, $\rho_1$ de l'éther et de la matière pondérable : ce qui ferait d'elles, comparées (quant à leur action totale sur l'unité de volume) aux actions atomiques de coefficient $\mu$, une fraction de celles-ci exprimée par $\frac{\mu_1}{\mu}\frac{\rho}{\rho_1} = \frac{\omega_1^2}{\omega^2}$, c'est-à-dire tout à fait insensible, quoique d'un ordre de petitesse moins élevé que les actions moléculaires propres de l'éther.

» Seulement, *les molécules pondérables, infiniment plus massives que l'éther qui les entoure, se remueront à peine sous l'impulsion de celui-ci*, tout en prenant sans doute une fraction notable de sa quantité de mouvement; de sorte que *leurs déplacements, lors du passage des ondes lumineuses ou calorifiques, ne seront presque rien à côté des déplacements périodiques* $\xi$, $\eta$, $\zeta$ *de l'éther contigu*. De là, entre chaque atome éthéré et les molécules pondérables assez nombreuses qui exercent sur lui les actions moléculaires dont il s'agit ici, des variations de distance et, par suite, d'attraction ou de répulsion, incomparablement plus fortes que celles que produiraient de simples déformations continues communes aux deux espèces de matière. C'est ainsi que passe à un ordre de grandeur plus élevé, au point de pouvoir devenir sensible, l'action totale exercée sur chaque atome d'éther par

---

tuer, dans les corps palpables, que des molécules imperceptibles, et, dans l'éther, qu'un milieu indéfini, c'est-à-dire sans limites précises. L'élasticité due à ces dernières actions ne paraît donc pas réaliser les conditions de stabilité imposées à la précédente, surtout quand il ne s'agit que des fugitives et minimes ruptures d'équilibre causées par les radiations lumineuses. Ne pourrait-on pas s'expliquer de la sorte, jusqu'à un certain point, ce fait bien surprenant, mais regardé comme certain et fondamental par les physiciens, que la vitesse de propagation des ondes longitudinales dans l'éther a son carré nul (sinon même un peu négatif), ou que les deux coefficients d'élasticité $\lambda$, $\mu$ de Lamé y vérifient sensiblement la condition $\lambda + 2\mu = 0$?

les molécules pondérables environnantes, mais qui cependant ne le *touchent* pas, c'est-à-dire en sont à des distances plus grandes que le rayon d'activité des actions atomiques ([1]). D'ailleurs, à très peu près, cette petite force ne variera pour un même atome qu'avec les trois composantes actuelles $\xi$, $\eta$, $\zeta$ de *son déplacement vibratoire*, puisque *celui-ci définit à lui seul,* très sensiblement, *le changement de configuration* survenu, à partir de l'état d'équilibre, *dans le système de l'atome éthéré et de l'ensemble des molécules*. Chacune de ses composantes sera évidemment une fonction *linéaire* de $\xi$, $\eta$, $\zeta$ quand les déplacements de l'éther resteront assez petits.

» V. Enfin, l'éther très voisin d'une molécule pondérable, ou *la touchant* au sens indiqué ci-dessus, et qui sera actuellement divisé par elle à la manière d'un fluide traversé par un projectile, éprouvera de la part de cette molécule une certaine résistance totale, localisée tout autour dans un petit espace, et que nous essayerons bientôt d'évaluer. Pour le moment, contentons-nous d'appeler $-R_x$, $-R_y$, $-R_z$ ses trois composantes suivant les axes; et, en les supposant connues, formons les trois équations de mouvement de la particule d'éther située, à l'époque actuelle, dans un volume élémentaire $\varpi$, de dimensions incomparablement plus petites qu'une longueur d'onde lumineuse, mais jugé cependant assez étendu pour contenir à peu près autant de molécules que tout autre volume voisin pareil, ou pour que la densité moyenne de la matière pondérable n'y diffère pas de sa valeur générale $\rho_1$.

» A cet effet, observant que, très sensiblement, l'éther occupe tout l'espace $\varpi$ ou y a la masse $\rho\varpi$ (vu le peu de place, relativement, tenu par les molécules pondérables), égalons la force motrice $\rho\varpi \frac{d^2(\xi, \eta, \zeta)}{dt^2}$ de cet éther à la somme des actions exercées sur lui soit par l'éther extérieur, soit par les molécules pondérables (intérieures ou extérieures) aux distances des actions intermoléculaires, soit enfin, aux distances de l'ordre de celles des actions atomiques, par les molécules pondérables *intérieures* au volume $\varpi$, les seules d'où émanent sur l'éther intérieur des actions de cette nature.

» Les premières, constituant l'élasticité de l'éther, donneront en tout,

---

([1]) De même, le flux de chaleur traversant la surface libre d'un corps athermane, flux qui serait comme infiniment petit si la température variait *avec continuité* du corps à l'éther extérieur, est rendu sensible, et comparable aux flux ordinaires de conductibilité entre corps en contact, par le fait d'un *saut* fini de température à la sortie.

comme on sait, les composantes

$$\left[(\lambda+\mu)\frac{d\theta}{d(x,y,z)}+\mu\Delta_2(\xi,\eta,\zeta)\right]\varpi \qquad \text{où} \qquad \theta=\frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy}+\frac{d\zeta}{dz},$$

$\lambda$ et $\mu$ désignant les deux coefficients d'élasticité de l'éther libre, sauf erreurs négligeables, puisque nous admettons l'identité très approchée (au moins en moyenne) de l'éther d'un corps à l'éther libre.

» Les secondes, peu influentes ou de seconde approximation, actions *moléculaires* totales de la matière pondérable sur le volume $\varpi$ d'éther, et fonctions linéaires de $\xi$, $\eta$, $\zeta$, seront, suivant les trois axes respectifs, en appelant $M_x$, $M_y$, $M_z$ leurs composantes par unité de volume et a, b, c, d, e, f, d', e', f' les petits coefficients figurant dans celles-ci,

$$M_x\varpi, \quad M_y\varpi, \quad M_z\varpi,$$

où

$$(1) \quad M_x=a\xi+f\eta+e'\zeta, \qquad M_y=b\eta+d\zeta+f'\xi, \qquad M_z=c\zeta+e\xi+d'\eta. \text{ »}$$

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la relation qui existe entre les coefficients des formules de Coulomb (magnétisme), de Laplace et d'Ampère;* par M. **E.-H. Amagat.**

« Ces formules sont les suivantes :

$$(C) \qquad f=k\frac{mm'}{r^2},$$

$$(L) \qquad f=\lambda\frac{mi\,ds}{r^2}\sin\alpha,$$

$$(A) \qquad f=\mathcal{A}\frac{ii'\,ds\,ds'}{r^2}(2\cos\theta-3\cos\alpha\cos\alpha').$$

» En général, au lieu de chercher une relation entre $k$, $\lambda$ et $\mathcal{A}$, on ramène de suite les formules au système électromagnétique et l'on montre que si l'on fait $k=\lambda=1$ on a aussi $\mathcal{A}=1$.

» Si l'on conserve les coefficients dans les calculs on arrivera, en suivant les mêmes raisonnements, mais sans introduire entre eux aucune relation *a priori*, à la relation

$$(1) \qquad \lambda^2=k\mathcal{A}.$$

» On peut également, ainsi que l'a fait récemment M. Mercadier, par

de simples considérations d'homogénéité, obtenir de suite cette relation sous la forme

$$(2) \qquad \lambda^2 = \overline{\mathrm{N}k}\mathcal{A},$$

N étant une constante numérique qu'on fait ensuite égale à l'unité.

» A-t-on réellement le droit de considérer comme rigoureux les raisonnements qui conduisent à la relation $\lambda = k = \mathcal{A} = 1$ dans le système électromagnétique, ce qui revient à faire N égal à l'unité, puisque ces mêmes raisonnements, en restituant les constantes dans les calculs, conduisent à la relation (1)?

» On peut suivre pour arriver à cette relation des méthodes très différentes; dans l'exposé de ces méthodes, telles qu'elles sont présentées aujourd'hui dans les divers Traités et Ouvrages spéciaux, on ne fait intervenir l'expérience en aucune façon; il semblerait donc que la relation en question (1) soit établie mathématiquement, sans faire appel à aucune détermination numérique expérimentale. Or il est facile de voir que, quelle que soit la marche adoptée, on vient se heurter à un postulatum qu'il est impossible d'éviter et que la formule de Laplace ne peut établir le lien entre celles de Coulomb et d'Ampère qu'à un facteur numérique près que l'expérience seule peut déterminer.

» Cependant, comme la difficulté se présente sous des formes en apparence différentes suivant la marche suivie, des savants dont l'autorité est du reste indiscutable pensent qu'il est possible, par le choix de méthodes convenables, d'éviter le postulatum et, par suite, toute détermination expérimentale. Pour cette raison, j'examinerai rapidement cinq méthodes choisies dans divers auteurs, de manière à présenter les différents types de raisonnement qui ont été suivis. Pour plus de généralité, au lieu d'appliquer les formules à un système particulier, je conserverai dans les calculs les coefficients $k$, $h$ et $\mathcal{A}$ de manière à arriver dans tous les cas à la relation (1).

» I. Le moment de l'action qui s'exerce entre deux aimants de moments magnétiques M, M' est, en désignant par $\varphi$ une fonction des angles définissant la position réciproque des deux aimants et qu'il est inutile de spécifier ici,

$$(3) \qquad \mathfrak{M} = \frac{\lambda \mathrm{MM}'}{r^3} \times \varphi.$$

» Si l'on substitue au premier aimant le petit courant plan $is$ normal à sa direction,

le moment de l'action calculé par la formule de Laplace est

(4) $$\mathfrak{M} = \frac{\lambda M' is}{r^3} \times \varphi.$$

» Il aura la même valeur que le précédent si l'on a

(5) $$kM = \lambda is.$$

» Le théorème relatif à l'équivalence entre les aimants et les courants permet de substituer à l'aimant restant M′ le petit courant plan normal qui lui sera équivalent si l'on a

(6) $$kM' = \lambda i's'$$

et le moment de l'action devient, en remplaçant M′ par sa valeur dans (4),

(7) $$\mathfrak{M} = \frac{\lambda^2 ii' ss'}{kr^3} \times \varphi.$$

» En faisant directement le calcul au moyen de la formule d'Ampère, on trouve pour le même moment

(8) $$\mathfrak{M} = \frac{\mathcal{A} ii' ss'}{r^3} \times \varphi,$$

par suite

(1) $$\lambda^2 = k\mathcal{A}.$$

» Il n'y a, évidemment, rien à objecter à la première substitution, la relation (5) étant numériquement satisfaite, l'aimant M et le courant *is* s'équivalent quant à leur action sur l'aimant M′; mais, dans la seconde substitution, l'équivalence entre l'aimant M′ et le courant *i's'* a lieu par rapport au courant *is* substitué à l'aimant M : elle ne saurait donc être exprimée par la relation (6) (laquelle est établie dans le cas d'actions s'exerçant sur une masse magnétique) qu'à un facteur numérique près; faire ce facteur numérique égal à l'unité revient au fond à *admettre* que : si un aimant et le petit courant plan normal à sa direction ont même action sur un aimant, ils ont aussi même action sur un petit courant plan normal à la direction de cet aimant. Or l'expérience seule pourrait établir ce fait; je reviendrai sur ce point. On peut encore dire que : les relations (5) et (6) n'imposent pas forcément la même unité aux courants *i* et *i′*, et que, par suite, on arrive à un système qui n'est plus forcément cohérent.

» II. Soient, d'une part, un solénoïde illimité dans un sens, dont ses spires de section $s'$ et distantes de $l'$ sont traversées par un courant d'intensité $i'$, et une masse

magnétique $m'$ placée au pôle de ce solénoïde ayant même action que lui sur un élément de courant; on aura la relation

$$\frac{\mathcal{A}\, i' s'}{l'} = \lambda m'. \tag{9}$$

» Soient, d'autre part, un aimant de moment $ml$ et le petit courant plan normal à sa direction $is$ ayant même action que lui sur une masse magnétique, on aura

$$kml = \lambda is \tag{10}$$

et, par suite,

$$\lambda^2 = k\mathcal{A}\frac{lmi's'}{l'm'is}. \tag{11}$$

» Le postulatum est ici plus difficile à spécifier que dans le cas précédent : si l'on suppose, par exemple, les valeurs de $l$, $m$, $s$ égales à celles de $l'$, $m'$, $s$, on arrivera à la relation (1) en *supposant* que $i$ soit égal à $i'i$; de même que précédemment, rien ne prouve que les courants se trouvent dans ces conditions rapportées à la même unité et, par suite, que le système soit cohérent; c'est donc, en général, en *admettant* entre $l$, $m$, $i$, $s$, $l'$, $m'$, $i'$, $s'$ la relation

$$\frac{lmi's'}{l'm'is} = 1,$$

relation qn'il faudrait vérifier par l'expérience, qu'on arrive à

$$\lambda^2 = k\mathcal{A}. \tag{1}$$

» III. On établit d'abord que l'action réciproque entre deux éléments $ds$, $ds'$ de contour de deux feuillets magnétiques de puissance $\Phi$, $\Phi'$ est représentée par

$$f = \frac{k\Phi\Phi' ds ds'}{r^2}(2\cos\theta - 3\cos\alpha\cos\alpha'). \tag{12}$$

» D'autre part, entre la puissance $\Phi$ d'un feuillet et l'intensité du courant limitatif équivalent, on a, en conservant les coefficients,

$$k\Phi = \lambda i'; \tag{13}$$

en remplaçant dans (12) $\Phi$ et $\Phi'$ par $\frac{\lambda i}{k}$ et $\frac{\lambda i'}{k'}$, on aura

$$f = \frac{\lambda^2 i i' ds ds'}{k r^2}(2\cos\theta - 3\cos\alpha\cos\alpha'). \tag{14}$$

» C'est la formule d'Ampère dans laquelle $\mathcal{A}$ est remplacé par $\frac{\lambda^2}{k}$.

» On retrouve donc encore

$$\lambda^2 = k\mathcal{A}. \tag{1}$$

» Ici la substitution supposée faite la première, par exemple celle de *ids* à la place de Φ, ne donne lieu à aucune observation, *i* et Φ s'équivalent d'après la relation (13) quant à leur action sur le feuillet restant Φ'; mais la seconde substitution est arbitraire : l'équivalence entre *i'* et Φ' ayant lieu par rapport à un élément de courant [la relation (13) est établie dans le cas d'actions s'exerçant sur une masse magnétique] ne peut être exprimée par la relation (13) qu'à un facteur numérique près; supposer ce facteur égal à l'unité, c'est *admettre* que : si un feuillet magnétique et le courant limitatif ont même action sur un système magnétique, ils ont aussi même action sur un élément de courant. Or ceci n'est nullement évident; on pourrait répéter ici la remarque déjà faite plus haut relativement à l'unité de courant; ici encore, la légitimité de l'hypothèse ne saurait être déduite que de données expérimentales. »

M. **Daubrée** présente un Ouvrage posthume de *dom Pedro d'Alcantara*, « Vocabulaire de la langue guarani (Lexicon Hispano-Guaranicum) (1) », de la part des héritiers de notre auguste Associé étranger, qui viennent de le faire publier.

« Ce Vocabulaire, relatif à la langue d'un des peuples indigènes les plus répandus dans l'Amérique méridionale, a été publié en 1722 par le R. P. jésuite Paulo Restivo, d'après le Vocabulaire antérieur de Ruiz de Montoya en date de 1660 et publié, par les Indiens eux-mêmes, dans la ville de Sainte-Marie-Majeure, au Paraguay.

» L'exemplaire unique de cette œuvre considérable et ardue qui restait encore était tellement rongé des vers et détérioré que sa lecture en était devenue fort difficile. Aussi l'Empereur dom Pedro, qui en était possesseur, a-t-il voulu, à l'occasion de l'Exposition universelle de Chicago, en donner une nouvelle publication, élaborée de nouveau et avec des additions. L'ouvrage est en langue portugaise.

» Cette tâche difficile a été accomplie par M. le Dr Seybold, autrefois auxiliaire littéraire de S. M. dom Pedro II, aujourd'hui professeur à l'Université de Tubingen. Par ses études de linguistique et ses voyages dans les déserts du Paraguay et les immenses forêts vierges du Brésil, mieux que personne, ce linguiste distingué était en état de s'en acquitter d'une manière très satisfaisante.

(1) Stuttgard, 1893.

» Le Dictionnaire forme comme une suite de la *Grammaire de la langue guarani*, publiée en 1892 dans les mêmes conditions et déjà présentée à l'Académie. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

| | |
|---|---|
| M. Bichat obtient . . . . . . . . . . . . . . . . | 30 suffrages |
| M. Blondlot obtient. . . . . . . . . . . . . . . | 10 » |
| M. Gouy obtient. . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 » |

M. **Bichat**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Physiologie actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 42,

M. Gréhant obtient . . . . . . . . . . . . . . . 41 suffrages

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 39,

M. Gley obtient . . . . . . . . . . . . . . . . . 37 suffrages

Il y a deux bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

| | |
|---|---|
| *En première ligne* . . . . . . . . . | M. **Gréhant**. |
| *En seconde ligne*. . . . . . . . . . | M. **Gley**. |

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. **Larrue** soumet au jugement de l'Académie quelques indications sur un projet de locomotive à grande vitesse.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Marcel Deprez.)

M. **Jégou** adresse une Note intitulée : « Contributions à l'étude des vins mannités et dosage de la mannite ».

(Commissaires : MM. Schützenberger, Arm. Gautier.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** informe l'Académie qu'une Exposition internationale de Médecine et d'Hygiène aura lieu à Rome, au mois de septembre prochain, à l'occasion du XI$^e$ Congrès international de Médecine qui se réunira dans cette ville.

M. le **Secrétaire général de l'Académie des Sciences de Cracovie** informe l'Académie que la Bibliothèque polonaise, fondée en 1893 par la Société historique et littéraire polonaise, a été cédée par cette Société à l'Académie des Sciences de Cracovie. Cette Académie s'est engagée : 1° à maintenir la Bibliothèque à Paris (6, quai d'Orléans), avec son caractère d'établissement ouvert au public; 2° à créer et entretenir une Station scientifique auprès de la Bibliothèque.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du second ordre*. Note de M. **Mittag-Leffler**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« La fonction $p(u)$ de M. Weierstrass peut être définie aussi bien par l'équation différentielle du second ordre

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 6y^2 - \tfrac{1}{2}g_2$$

que par l'équation connue

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = 4y^3 - g_2 y - g_3.$$

» L'intégrale générale de l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 6y^2 - \tfrac{1}{2}g_2,$$

dans laquelle $g_2$ est une constante indépendante des $x$, est manifestement

$$\wp(x + x_0 | g_2 g_3)$$

où $x_0$ et $g_3$ sont des constantes arbitraires. Cette intégrale est une fonction de caractère rationnel (= fonction uniforme sans autre point singulier essentiel que $x = \infty$), dont les pôles sont tous de l'ordre 2.

» Je demande s'il existe une autre équation différentielle de second ordre qui ne contient pas $x$ d'une manière explicite qui soit du premier degré en $\frac{d^2y}{dx^2}$, qui soit rationnelle et entière en $\frac{dy}{dx}$ et $y$, et dont l'intégrale générale soit une fonction de caractère rationnel avec des pôles de la multiplicité *deux*. Je trouve que chaque équation différentielle de cette espèce peut être ramenée par une substitution linéaire à la forme

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 6g^2 - \tfrac{3}{2}k^4 + 5k\frac{dy}{dx},$$

où $k$ est une constante indépendante de $x$.

» Cette équation est la même qui a été traitée par M. Picard, page 152 de son Mémoire couronné (*Mémoire sur la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes*), et pour laquelle M. Picard a établi que l'intégrale générale est au moins *à apparence uniforme*, ce qui n'exclut pas évidemment que l'intégrale soit en réalité *uniforme*. C'est le cas ici et je vous demande la permission de revenir une autre fois à l'explication de ce fait important.

» On peut écrire l'intégrale sous la forme

$$y = \wp\left[\frac{\sqrt{H}}{k}(e^{kx} + e^{kx_0}) | 04\right] H.e^{2kx} - \frac{k^2}{2},$$

où H et $x_0$ sont deux constantes arbitraires et $\wp(u|04)$ est la fonction $\wp(u)$ qui répond à $g_2 = 0$, $g_3 = 4$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Vibrations propres d'un milieu indéfiniment étendu extérieurement à un corps solide.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Sarrau.

« Un corps élastique libre, limité en tous sens, possède une infinité de périodes vibratoires distinctes, correspondant chacune à un mode de déformation particulier, caractéristiques de la forme de la surface limite quand le corps est homogène, et des conditions à la surface (immobilité, ou constance de la pression, etc.). Y-a-t-il quelque chose d'analogue pour un milieu indéfiniment étendu extérieurement à un corps de forme déterminée? Évidemment il n'y a pas de vibrations stationnaires, comme dans l'espace limité; mais il y a des vibrations propres qui se propagent en s'amortissant, et dont on devinera toute l'importance dans la nature, d'après leur mode de production.

» Prenons, comme état initial du milieu, le repos complet sans déformation. Déformons d'une manière arbitraire la surface du corps plongé dans le milieu; puis immobilisons la surface. Le milieu, abandonné à lui-même, dans cet état qui ne comprend que des ondes émises, mais aucune onde propagée vers le corps, restera en mouvement pendant quelque temps au voisinage du corps; car, en général, la pression n'aura pas été réduite à sa valeur d'équilibre en même temps que la surface était immobilisée, puis ce mouvement se propagera au loin, et tout s'éteindra lentement auprès du corps. Ce mouvement, qui subsiste après qu'on a cessé d'agir sur la surface, se compose lui-même uniquement d'ondes émises, ces ondes particulières ayant chacune sa période et son coefficient d'amortissement déterminés par la forme du corps. L'existence de ces vibrations propres résulte de l'absence de mouvement se propageant vers le corps, et des conditions à la surface.

» Je me contenterai de chercher ici les mouvements propres infiniment petits d'une atmosphère gazeuse indéfinie extérieure à une sphère. Appelons $\omega$ la vitesse de propagation des ondes et $S_n$ une fonction sphérique (de Laplace) homogène de degré $n$ en $x, y, z$. La solution générale pour une onde périodique amortie *émise* par une sphère s'obtient en prenant, pour potentiel des vitesses,

$$(1)\qquad \varphi = \left[\sum S_n \frac{\partial^n}{\partial r^n}\left(\frac{\varepsilon^{-2pr}}{r^{n+1}}\right)\right]\varepsilon^{+p(r+\omega t)},$$

$\varepsilon$ étant la base des logarithmes népériens.

» 1. *Pression invariable sur la surface* $r = r_0$. — Il faut que $\varphi$ soit nul pour toute valeur de $t$; ce qui exige (dans le cas d'une seule exponentielle) que tous les $S_n$ soient nuls sauf un, et que, pour celui qui reste, $p$ soit déterminé par l'équation

$$\frac{\partial^n}{\partial r^n}\left(\frac{\varepsilon^{-2pr}}{r^{n+1}}\right) = 0 \qquad r = r_0,$$

ou, en posant $2pr_0 = z$,

$$z^n + \frac{(n+1)!}{1!(n-1)!}z^{n-1} + \frac{(n+2)!}{2!(n-2)!}z^{n-2} + \ldots + \frac{(n+m)!}{m!(n-m)!}z^{n-m} + \ldots + \frac{(2n)!}{n!} = 0.$$

» Les premières équations ont les racines suivantes :

$$\begin{array}{llll} n = 0 & 1 & 2 & 3 \\ z = 0 & -2 & -3 \pm i\sqrt{3} & -4,087;\ -3,9565 \pm i.9,59. \end{array}$$

» Tous ces petits mouvements périodiques amortis peuvent se superposer. Il n'y a pas d'onde isotrope ($n = 0$), l'onde de va-et-vient ($n = 1$) est un mouvement amorti non périodique; la première onde amortie, accompagnée d'un mouvement périodique, est celle qui transforme chaque sphère en ellipsoïde; la période est $\frac{4\pi r_0}{\omega\sqrt{3}}$.

» 2. *Surface* $r_0$ *immobile. Vitesse normale nulle.*

$$0 = \varepsilon^{+p(r+\omega t)}\sum S_n\left[\left(\frac{n}{r} + p\right)\frac{\partial^n}{\partial r^n}\left(\frac{\varepsilon^{-2pr}}{r^{n+1}}\right) + \frac{\partial^{n+1}}{\partial r^{n+1}}\left(\frac{\varepsilon^{-2pr}}{r^{n+1}}\right)\right].$$

» Un seul $S_n$ peut être différent de zéro, et les valeurs de $p$ correspondantes sont données par les racines de l'équation

$$0 = z^{n+1} + [(n+1)n - 2]z^n + \ldots + \frac{(n+m)!}{(m+1)!(n-m)!} \times [(n+m+1)(n-m) - 2(m+1)^2]z^{n-m} + \ldots + \left[0 - 2\frac{(n+1)(2n)!}{n!}\right],$$

dont les racines sont, pour les premières valeurs de $n$,

$$\begin{array}{lll} n = 0 & 1 & 2 \\ z = +2 & \pm 2\sqrt{2} & +3,88;\ -3,94 \pm i.1,746. \end{array}$$

» Je ne discuterai pas ici la signification des racines positives, qui correspondent à des mouvements d'amplitude croissante avec le temps et

instables. Cette discussion sera plus facile à faire au moyen d'intégrales dans lesquelles les fonctions arbitraires sont mises en évidence.

» L'intégrale (I) ne convient qu'aux mouvements de l'espace compris à l'intérieur de la sphère de rayon $r$, égal à chaque instant à $\omega t$, l'origine du temps étant le moment où la surface de la sphère $r_0$ a été réduite à l'immobilité. Les fonctions sphériques $S_n$ sont déterminées par la continuité de la pression à travers cette sphère $\omega t$, dans le mouvement (I) et dans le mouvement extérieur dû aux déformations de la sphère $r_0$ avant l'époque zéro.

» Telles sont les équations qui définiraient le son (hauteur et timbre) émis par un corps sphérique en mouvement lent dans l'air.

» Cette propriété, universellement pressentie, je crois, mais qui n'avait jamais été énoncée avec précision à ma connaissance, joue ainsi un rôle capital dans tous les mouvements des solides au milieu des fluides. Ainsi la forme et les dimensions du boulet définissent la hauteur et l'amortissement des sons qu'il produit; la forme d'un navire définit les périodes des différentes ondes qu'il produit, quelle que soit sa vitesse (petite), ondes dont les plus longues jouent un rôle si important dans la résistance qu'il éprouve. De même aussi, la présence d'un obstacle rigide immergé dans un milieu solide élastique définit des périodes propres du milieu extérieur, caractéristiques de la forme et des propriétés du corps. Il y a tout lieu de croire que les raies d'émission des vapeurs métalliques correspondent pour la plupart aux vibrations propres de l'éther extérieur à l'édifice moléculaire, comme je le montrerai dans une étude détaillée sur les théories optiques, aux *Annales de Chimie et de Physique*. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sur la réalisation des températures constantes.* Note de M. Gouy.

« Une Note récente de M. Berget *Sur la gravitation* (1) touche à la question intéressante de la réalisation des températures constantes. Un calcul simple montre que, dans le baromètre à gravité de M. Berget, une variation de température de $\frac{1}{100000}$ de degré environ produirait le déplacement de

(1) Alphonse Berget, *Détermination expérimentale de la constante de l'attraction universelle, ainsi que de la masse et de la densité de la Terre* (*Comptes rendus*, 26 juin 1893).

$\frac{1}{100}$ de micron, qui est attribué à la variation de la gravité ([1]). L'approximation des pointés étant évaluée par l'auteur à $\frac{1}{50}$, il en résulterait, abstraction faite des autres causes de variation, que la température serait restée constante pendant plusieurs heures à $\frac{1}{5000000}$ de degré près.

» M. Berget, sans donner de détails sur ce point, dit simplement avoir fait usage du mode opératoire employé au Pavillon des Poids et Mesures. M'étant moi-même occupé de cette question ([2]), je désire faire remarquer que, ni dans les importants et consciencieux travaux que publie le Bureau des Poids et Mesures, ni dans les autres publications dont j'ai eu connaissance, il n'est question de dispositifs permettant de rendre la température d'un bain constante à une approximation voisine de celle que j'ai réalisée ($\frac{1}{10000}$ de degré), bien moins encore de celle de $\frac{1}{5000000}$ de degré qui est ici en cause. La connaissance des moyens qui ont donné à M. Berget des résultats aussi inespérés aurait donc le plus grand intérêt pour la technique expérimentale. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le transport électrique de la chaleur dans les électrolytes.* Note de M. **Henri Bagard**, présentée par M. H. Becquerel.

« Le transport électrique de la chaleur, découvert par Thomson en 1854, n'a été observé jusqu'ici que dans les métaux. J'ai pu établir l'existence de ce phénomène dans quelques solutions salines, à l'aide d'une méthode dont je vais exposer le principe.

» Soient deux tubes de verre cylindriques I et II, remplis du liquide que l'on veut étudier et placés verticalement l'un à côté de l'autre; supposons que la partie inférieure de ces tubes soit maintenue à une basse température et la partie supérieure à une température élevée. Au bout d'un

([1]) M. Berget n'indique pas les dimensions de son appareil, mais il est facile d'y suppléer. Dans l'expérience rapportée, la variation de la gravité est, en valeur relative,

$$4,2 \times 10^{-8},$$

et la variation de température de l'hydrogène qui produirait un effet égal serait, à zéro,

$$273 \times 4,2 \times 10^{-8} = 1,14 \times 10^{-5},$$

valeur approchée par excès, en négligeant la dilatation du mercure.

([2]) *Comptes rendus*, 5 juin 1893.

certain temps il existera, le long de ces colonnes liquides, un régime permanent de température et le rapport des résistances $\frac{R_1}{R_2}$ de deux portions de liquide comprises dans la région moyenne et entre deux sections droites déterminées de chacun des tubes I et II sera un nombre constant.

» Faisons maintenant passer un courant qui circule de bas en haut dans l'un des tubes et de haut en bas dans l'autre, et supposons d'abord que l'effet Thomson n'existe pas. Les colonnes liquides I et II s'échaufferont en vertu de l'effet Joule; l'équilibre de température précédent sera détruit, puis se rétablira au bout d'un certain temps, lorsque, dans l'unité de temps, la chaleur dégagée par le courant sera égale à celle cédée aux corps extérieurs. Le rapport $\frac{R_1}{R_2}$ reprendra une valeur constante, pouvant différer de celle qu'il possédait avant le passage du courant, par suite des défauts de symétrie de l'appareil. Si l'on vient à renverser le courant, ce rapport ne pourra pas varier de ce chef.

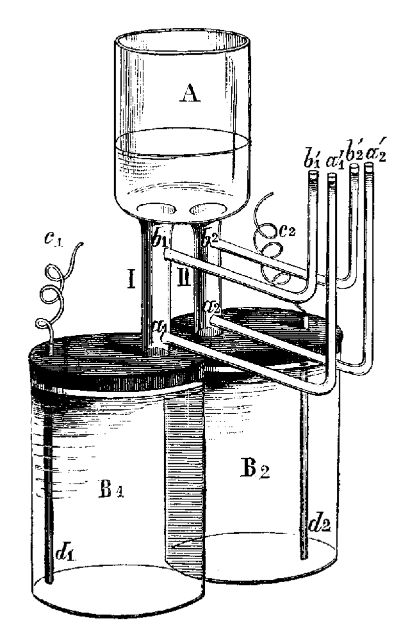
» Il en sera tout autrement si l'effet Thomson se produit, car il agira en sens contraire dans les deux tubes et se renversera par suite de l'inversion du courant, de sorte que le rapport $\frac{R_1}{R_2}$ devra prendre des valeurs différentes suivant le sens du courant. A une élévation de température correspond, pour les liquides, une diminution de résistance; si donc on constate, par exemple, que le rapport $\frac{R_1}{R_2}$ est plus grand quand le courant va de I à II que pour la direction opposée, on pourra conclure que, dans le liquide considéré, la chaleur est transportée dans le sens du courant.

» La méthode présente une grande sensibilité puisque, d'une façon générale, la résistance d'un liquide varie très rapidement avec la température. Enfin, le courant électrique qu'on établit dans l'appareil permet lui-même de mesurer le rapport $\frac{R_1}{R_2}$ par la méthode électrométrique.

» L'appareil que j'emploie est partiellement représenté dans la figure ci-contre :

» Un vase cylindrique de verre A, de $5^{cm}$ de diamètre, se prolonge inférieurement par deux tubes de verre I, II, ayant $1^{cm}$ de diamètre et $6^{cm},5$ de longueur; chacun de ces tubes est percé de deux trous très fins $a_1$ et $b_1$, distants de $3^{cm}$, par lesquels il communique avec deux tubulures latérales $a_1 a'_1$, $b_1 b'_1$. Les tubes I et II traversent les bouchons de deux vases de verre $B_1$ et $B_2$ et sont fermés à la partie inférieure par des membranes de papier parchemin. Le liquide soumis à l'expérience remplit les tubes I et II, ainsi que la partie inférieure de A et les tubulures, et il communique, à tra-

vers les membranes, avec le même liquide contenu dans les vases $B_1$ et $B_2$, qui renferment aussi les électrodes $d_1$, $d_2$, servant à amener le courant.




» Le vase occupe la partie centrale d'une boîte métallique annulaire traversée par un courant de vapeur d'eau bouillante; les récipients $B_1$, $B_2$ sont maintenus à une température relativement basse par un courant d'eau qui les baigne presque complètement. Enfin les tubes I et II sont soigneusement entourés d'une couche épaisse de ouate. Les résistances, que nous avons appelées $R_1$ et $R_2$, sont ici celles qui sont comprises respectivement entre les sections droites menées par les trous $a_1$ et $b_1$, $a_2$ et $b_2$.

» Je rapporte ici la série des nombres obtenus dans une expérience faite avec une solution de sulfate de zinc à 23,7 pour 100; le courant d'une pile de 12 petits éléments Daniell a été établi d'abord de I vers II, puis renversé toutes les dix minutes pendant deux heures cinquante minutes :

| Valeurs du rapport $\frac{R_1}{R_2}$ après le passage du courant | |
|---|---|
| de I vers II. | de II vers I. |
| 0,9962 | » |
| » | 0,9966 |
| 0,9980 | » |
| » | 0,9981 |
| 0,9993 | » |

| Valeurs du rapport $\frac{R_1}{R_2}$ après le passage du courant | |
|---|---|
| de I vers II. | de II vers I. |
| » | 0,9991 |
| 1,0005 | » |
| » | 0,9994 |
| 1,0001 | » |
| » | 0,9993 |
| 1,0003 | » |
| » | 0,9991 |
| 1,0004 | » |
| » | 0,9998 |
| 1,0007 | » |
| » | 0,9999 |
| 1,0009 | » |

» Comme on le voit, l'effet Joule prédomine d'abord, puis les nombres obtenus sont alternativement situés de part et d'autre de l'unité. Comme le rapport $\frac{R_1}{R_2}$ est plus grand quand le courant va de I vers II que dans l'autre direction, on doit en conclure que le sulfate de zinc est *positif*.

» Il est d'ailleurs facile, au cours d'une expérience, de se convaincre que ces oscillations du rapport ne sont dues qu'au phénomène de Thomson; le rapport varie, en effet, d'une manière très régulière, de la première à la neuvième minute, entre les valeurs observées au bout de deux périodes consécutives.

» D'autre part, j'ai répété l'expérience sur tous les liquides étudiés en laissant la partie supérieure A de l'appareil à la température du laboratoire et, dans ces conditions, le rapport $\frac{R_1}{R_2}$ varie d'une façon continue sans présenter d'oscillation.

» J'ai ainsi trouvé que le sulfate de zinc, le chlorure de zinc et le sulfate de cuivre sont positifs. Pour le sulfate de nickel, le rapport est resté invariable, et j'en ai conclu que, si l'effet Thomson n'est pas nul pour ce corps, il doit tout au moins être beaucoup plus faible que pour les liquides précédents. L'étude des forces électromotrices thermo-électriques des couples ($NiSO^4$, $ZnSO^4$ et $NiSO^4$, $CuSO^4$) a d'ailleurs confirmé cette manière de voir [1]. »

---

[1] Ce travail a été effectué au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

CHIMIE. — *Sur l'hydrate pyrosulfochromique;* par M. **A. Recoura.**

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 3 juillet 1893), j'ai décrit un composé que j'ai appelé *acide chromopyrosulfurique*, qui prend naissance dans l'action de l'acide sulfurique sur le sulfate de chrome et auquel j'ai attribué la composition $(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2$, le faisant dériver de l'acide pyrosulfurique $S^2O^7H^2$ de la même façon que les acides chromosulfuriques, que j'ai décrits récemment, dérivent de l'acide sulfurique $SO^4H^2$. J'ai étudié en détail quelques-unes de ses réactions les plus curieuses. J'ai fait voir, en particulier, que, quand on verse, dans une solution de ce composé, une solution d'un sel métallique quelconque, d'un sel de potassium par exemple, on obtient un précipité qui a pour composition

$$(SO^3)^4Cr^2O^3, K^2O \quad \text{ou} \quad (S^2O^7)^2Cr^2(OK)^2$$

qui est le résultat de la réaction

$$(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2 + 2KCl + 2H^2O = (S^2O^7)^2Cr^2(OK)^2 + 2HCl + 4SO^4H^2.$$

La réaction est générale : *l'acide chromopyrosulfurique précipite toutes les solutions métalliques et perd en même temps quatre molécules d'acide sulfurique qui restent libres dans la liqueur.*

» J'ai démontré expérimentalement que, dans ces précipités, que j'ai appelés *pyrosulfochromites*, et qui sont *absolument insolubles*, l'oxyde métallique, $K^2O$ par exemple, est combiné directement avec l'oxyde de chrome, comme dans les chromites, et non avec l'acide sulfurique, de telle sorte que la composition du précipité est exprimée par la formule $(SO^3)^4Cr^2O^3, K^2O$ que l'on peut écrire, conformément à la règle des valences, $(S^2O^7)^2Cr^2(OK)^2$, et que l'on doit considérer ces précipités comme les sels du composé $(S^2O^7)^2Cr^2(OH)^2$. Ce composé est un véritable *acide du chrome*, acide bibasique à radical complexe, correspondant à l'hydrate chromique $Cr^2O^2(OH)^2$ des chromites. Je l'appelle *hydrate pyrosulfochromique*. Je l'ai préparé par deux méthodes.

» *Hydrate pyrosulfochromique*. — Si, dans la solution d'acide chromopyrosulfurique $(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2$, on verse un acide concentré, acide chlorhydrique, azotique ou sulfurique, il se produit un précipité gélatineux blanc verdâtre qui est l'hydrate pyrosulfochromique $(S^2O^7)^2Cr^2(OH)^2$. En effet l'analyse montre que ce précipité renferme, pour une molécule $Cr^2O^3$, quatre molécules $SO^3$. De plus *ce précipité est soluble dans l'eau pure* en donnant une solution vert jaunâtre opaline, et cette dissolution a la propriété de précipiter toutes les solutions métalliques, par exemple

une solution de cuivre, en donnant le précipité de pyrosulfochromite $(S^2O^7)^2Cr^2(O^2Cu)$.

» Ainsi donc le précipité donné par un acide concentré dans la solution d'acide chromopyrosulfurique a bien pour composition $(S^2O^7)^2Cr^2(OH)^2$, c'est-à-dire est l'hydrate pyrosulfochromique.

» Je l'ai obtenu par une seconde méthode. L'acide chromopyrosulfurique *solide*, maintenu à une température de 140°-150° jusqu'à ce qu'il ne change plus de poids, perd quatre molécules d'acide sulfurique. Le composé restant est l'hydrate pyrosulfochromique $(S^2O^7)^2Cr^2(OH)^2$. En effet il renferme, pour une molécule $Cr^2O^3$, quatre molécules $SO^3$. De plus, il est soluble dans l'eau et cette solution présente toutes les propriétés de l'hydrate préparé par voie humide. C'est une poudre grise légèrement verdâtre. Sa solution, très opaline, est gris verdâtre.

» Ce composé est, comme je l'ai déjà fait remarquer, *un acide du chrome*, acide bibasique analogue à l'hydrate chromique $Cr^2O^2(OH)^2$ auquel correspondent les chromites. Il n'y a aucun doute à cet égard, puisque j'ai démontré que, dans ses sels, les pyrosulfochromites, l'oxyde métallique est combiné directement à l'oxyde de chrome. *Les pyrosulfochromites sont donc des chromites à radical complexe*. Mais la présence, dans la molécule, d'hydrate chromique de ce radical oxygéné $(S^2O^7)^2$ a pour effet d'accentuer les propriétés acides de cet hydrate. L'hydrate chromique $Cr^2O^2(OH)^2$ est en effet un acide faible. Les chromites alcalins, les seuls solubles, sont fort instables. Au contraire, l'hydrate pyrosulfochromique $(S^2O^7)^2Cr^2(OH)^2$ est un acide énergique. Il décompose tous les sulfates.

» Je ferai remarquer que l'*hydrate pyrosulfochromique* $(S^2O^7)^2Cr^2(OH)^2$ *est isomère de l'acide chromosulfurique* $Cr^2(SO^4)^4H^2$ *ou* $(SO^4)^2Cr^2(SO^4H)^2$. Mais il en diffère profondément en ce que ses sels, les pyrosulfochromites, sont absolument insolubles, tandis que les chromosulfates sont très solubles. Cette insolubilité des pyrosulfochromites provient évidemment de ce que, dans ses composés, l'oxyde métallique est combiné directement à l'oxyde de chrome.

» On peut transformer les pyrosulfochromites en leurs isomères, les chromosulfates. Une ébullition prolongée au contact de l'eau les décompose, l'acide sulfurique mis en liberté dissout l'oxyde de chrome et l'oxyde métallique. Si l'on évapore ensuite à siccité le mélange des deux sulfates, on obtient le chromosulfate, soluble dans l'eau et caractérisé par ce fait que sa dissolution ne précipite pas par le chlorure de baryum.

» On peut aussi également transformer très facilement les pyrosulfochromites en chromites, comme je l'ai fait voir pour le pyrosulfochromite

de cuivre. Il suffit de faire bouillir quelques instants le pyrosulfochromite insoluble avec huit molécules de soude, qui s'emparent des quatre molécules $SO^3$ que renferme le composé et laissent le chromite insoluble

$$(S^2O^7)^2Cr^2(O^2Cu) + 8NaOH = 4SO^4Na^2 + Cr^2O^2(O^2Cu) + 4H^2O.$$

» *Constitution de l'acide chromopyrosulfurique.* — On a vu que, sous les influences les plus diverses : action des sels, action des alcalis, action des acides, action de la chaleur, l'acide chromopyrosulfurique éprouve toujours le même dédoublement; dans toutes les circonstances, il perd la moitié de son acide sulfurique, c'est-à-dire quatre molécules $SO^3$. J'ai déjà fait remarquer que ce mode de dédoublement semblait rattacher ce composé à l'acide pyrosulfurique $S^2O^7H^2$. Mais l'action de la chaleur est particulièrement instructive à ce point de vue. On a vu que, à 140°, l'acide chromopyrosulfurique solide abandonne la moitié de son acide sulfurique, et ce dédoublement commence même à 125°. Or, si on rapproche cette facilité avec laquelle ce composé perd quatre molécules $SO^3$ pour en conserver *quatre* seulement, de ce fait que l'acide chromotrisulfurique $Cr^2(SO^4)^6H^6$, qui renferme *six* molécules $SO^3$, les conserve intégralement même à 150°, on est bien en droit de voir là une seconde preuve que l'acide chromopyrosulfurique se rattache bien à l'acide pyrosulfurique.

» La formule que j'ai proposée au début pour ce composé :

$$(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2$$

donne donc une interprétation satisfaisante de toutes ses réactions.

» La réaction qui lui donne naissance est donc la suivante :

$$Cr^2 3SO^4 + 5SO^4H^2 = (S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2 + 2H^2O.$$

Cette réaction s'accomplit à 110° et est accompagnée, comme je l'ai dit, d'une transformation profonde de l'aspect du composé.

» D'autre part, son dédoublement dans les différentes réactions est exprimé par l'équation

$$(S^2O^7H)^4Cr^2(OH)^2 + 2H^2O = (S^2O^7)^2Cr^2(OH)^2 + 4SO^4H^2.$$

Si ce dédoublement se produit en présence d'une solution métallique, l'hydrate pyrosulfochromique se sature du métal de la dissolution et se précipite à l'état de pyrosulfochromique insoluble. Si le dédoublement est provoqué par un acide concentré, l'hydrate pyrosulfochromique, insoluble dans les liqueurs très acides, se précipite [1]. »

---

[1] Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'acide sélénieux avec les molybdates et sur l'acide molybdosélénieux.* Note de M. E. **Péchard**, présentée par M. Troost.

« J'ai montré, dans une récente Communication ([1]), que l'acide sulfureux peut se combiner avec les molybdates alcalins pour donner des molybdosulfites. Il existe des combinaisons analogues avec l'acide sélénieux, et cet acide, étant moins volatil que l'acide sulfureux, a l'avantage de donner des sels beaucoup plus stables et plus faciles à étudier.

» *Molybdosélénite d'ammonium.* — Une dissolution chaude de molybdate ordinaire d'ammonium, à laquelle on ajoute un poids d'acide sélénieux égal au quart de celui du molybdate, laisse déposer par refroidissement une masse cristalline, formée par de longues aiguilles réunies en houppes soyeuses. Ce sel ammoniacal contient de l'acide molybdique et de l'acide sélénieux, et sa composition peut être représentée par la formule $10MoO^3.3SeO^2.4(AzH^4)^2O + 4H^2O$, ainsi qu'il résulte des analyses suivantes :

| | Calculé. | | Trouvé. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $10MoO^3$....... | 1440 | 70,14 | 70,3 | 70,2 | 69,8 | » |
| $3SeO^2$......... | 333 | 16,22 | 16,0 | 16,3 | 16,2 | » |
| $4(AzH^4)^2O$.... | 208 | 10,13 | 10,2 | » | » | 9,92 |
| $4H^2O$......... | 72 | 3,51 | 3,5 | » | » | » |
| | 2053 | 100,00 | 100,0 | » | » | » |

» Ce sel est beaucoup plus soluble dans l'eau à chaud qu'à froid; il est insoluble dans l'alcool qui le précipite en fines aiguilles. La chaleur le décompose en dégageant de l'eau, de l'ammoniaque et de l'acide sélénieux. L'acide chlorhydrique mélangé à une dissolution froide du sel donne un précipité gélatineux, jaunâtre, formé par un molybdosélénite acide d'ammonium; ce précipité, insoluble dans l'eau, se dissout dans un excès d'acide; mais alors le sel est décomposé, et l'éther lui enlève, en effet, tout l'acide molybdique en formant une combinaison de la chlorhydrine molybdique avec l'éther, que j'ai déjà décrite ([2]); l'acide sélénieux reste dans la liqueur aqueuse.

» *Molybdosélénite de potassium.* — Un mélange d'acide molybdique et de carbonate de potassium, correspondant à la formation d'un molybdate ordinaire, est additionné d'un poids convenable d'acide sélénieux. Le mo-

([1]) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 1441.
([2]) *Ibid.,* t. CXIV, p. 175.

lybdate, peu soluble dans l'eau, se dissout très facilement dans la liqueur acide et chaude et abandonne par refroidissement le molybdosélénite de potassium. Ce sel cristallise en tables hexagonales incolores, dont la composition correspond à la formule $10MoO^3.3SeO^2.4K^2O + 5H^2O$ comme l'indiquent les analyses suivantes :

| | Calculé. | | Trouvé. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $10MoO^3$ ....... | 1440 | 64,31 | 64,5 | 64,2 | 64,4 |
| $3SeO^2$ ......... | 333 | 14,88 | 15 | 14,9 | » |
| $4K^2O$ ......... | 376 | 16,79 | 16,5 | 16,7 | 16,9 |
| $5H^2O$ ....... .. | 90 | 4,02 | 4 | 4,1 | » |
| | 2239 | 100,00 | 100,0 | 99,9 | » |

» Ce sel de potassium est plus soluble dans l'eau que le composé correspondant d'ammonium; il est peu soluble dans l'alcool. Chauffé à 440°, il se détruit en abandonnant de l'eau et de l'acide sélénieux. Si l'on veut enlever la totalité de cet acide, il est nécessaire de chauffer jusqu'à la fusion du molybdate de potassium qui reste dans le creuset où s'opère la calcination. Le molybdosélénite de potassium peut se combiner avec le sel ammoniacal précédemment décrit, pour donner un sel double ayant pour formule $10MoO^3.3SeO^2.4(AzH^4K)O + 5H^2O$. Ce dernier, qui ressemble par son aspect au sel de potassium, peut s'obtenir plus simplement en mélangeant deux dissolutions chaudes de molybdosélénite d'ammonium et de chlorure de potassium. Par refroidissement le sel double se dépose.

» *Molybdosélénite de sodium.* — Un mélange de molybdate acide de sodium et d'acide sélénieux, évaporé dans le vide sec, donne une liqueur sirupeuse sursaturée, qui se prend en une masse cristalline formée de fines aiguilles, quand on frotte les parois du cristallisoir avec une baguette de verre. Ces cristaux ne peuvent être séparés du liquide qui les baigne, mais si l'on reprend la masse par l'eau, on obtient une dissolution limpide qui, soumise de nouveau à l'évaporation, laisse déposer des cristaux octaédriques, très efflorescents, d'un molybdosélénite de sodium analogue au molybdosulfite déjà décrit et qui a pour formule

$$10MoO^3.3SeO^2.4Na^2O + 15H^2O.$$

| | Calculé | | Trouvé. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $10MoO^3$ ....... | 1440 | 62,86 | 63 | 62,9 | 63 |
| $3SeO^2$ ......... | 333 | 14,54 | 14,3 | 15 | » |
| $4Na^2O$ ......... | 248 | 10,82 | 11 | 10,3 | 10,5 |
| $15H^2O$ ........ | 270 | 11,78 | 11,6 | 11,6 | » |
| | 2291 | 100,00 | 99,9 | 99,8 | » |

» Le molybdosélénite de sodium est très soluble dans l'eau, et l'alcool le précipite en petits cristaux incolores. A 110° ce sel perd son eau de cristallisation et, au-dessous du rouge, il laisse dégager de l'acide sélénieux qui s'échappe de la masse fondue du molybdate de sodium. Les cristaux de molybdosélénite de sodium, abandonnés dans un flacon, prennent une coloration bleue due à une réduction superficielle.

» *Molybdosélénite de baryum.* — Ce sel s'obtient en décomposant l'un des sels précédents par le chlorure de baryum. Les dissolutions chaudes des deux sels, étant mélangées, laissent déposer par refroidissement de fines aiguilles de molybdosélénite de baryum contenant 3 molécules d'eau. Ce sel est soluble dans l'eau chaude et dans l'acide chlorhydrique, mais un excès de cet acide le décompose comme le sel ammoniacal.

» Les molybdosélénites alcalins donnent avec les sels des métaux lourds des précipités amorphes jaunâtres, comme le sel mercureux et le sel d'argent. Le molybdosélénite de plomb est un précipité blanc et insoluble dans l'eau, même à chaud.

» *Acide molybdosélénieux.* — En décomposant le molybdosélénite de baryum par la quantité équivalente d'acide sulfurique, on obtient, après avoir séparé le sulfate de baryum formé, une liqueur jaune, qui donne après concentration une masse sirupeuse que je n'ai pu faire cristalliser. Cette liqueur contient de l'acide sélénieux et de l'acide molybdique en proportion correspondant à l'acide des sels décrits plus haut. J'ai constaté, d'ailleurs, qu'une dissolution d'acide sélénieux pouvait dissoudre des quantités considérables d'acide molybdique, ce qui semble indiquer l'existence de molybdosélénites contenant un excès de molybdène.

» Outre les composés décrits, il en existe d'autres contenant moins d'acide molybdique. Si, en effet, dans la préparation du sel ammoniacal, on n'ajoute au molybdate d'ammoniaque que la moitié de l'acide sélénieux nécessaire à la formation du molybdosélénite d'ammonium, on voit se déposer, même à chaud, une poudre blanche, cristalline, d'un sel ammoniacal ayant pour formule $5MoO^3.SeO^2.2(AzH^4)^2O+2H^2O$. Ce composé est le point de départ d'une nouvelle série de sels parmi lesquels j'ai préparé ceux de potassium et de baryum.

» L'acide correspondant n'a pu être obtenu cristallisé de même que celui des molybdosélénites à 10 molécules d'acide molybdique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodosulfures d'arsenic et d'antimoine.* Note de M. L. **Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« On connaissait déjà deux iodosulfures d'arsenic représentés par les formules $AsS^2I$ et $AsS^3I^2$, obtenus par R. Schneider (¹), en faisant réagir l'iode sur le réalgar et l'orpiment. Nous avons cherché à préparer quelques-uns de ces corps par les méthodes qui nous avaient permis d'obtenir les chlorosulfures d'arsenic et d'antimoine (²).

» A froid, l'hydrogène sulfuré sec ne réagit pas sur l'iodure d'arsenic. Mais, si l'on chauffe vers 200°, une partie de l'iodure d'arsenic se volatilise lentement et est entraînée par le courant gazeux, tandis qu'une autre partie est attaquée et transformée en iodosulfure cristallisé, qui reste à la partie inférieure du ballon où se fait la réaction. Le produit obtenu, moins soluble dans le sulfure de carbone que l'iodure, répond à la formule $As^2S^5I$ ou $AsS^3, AsS^2I$.

» L'analyse de ce composé a été conduite comme celle des chlorosulfures que nous avons décrits précédemment, par attaque en tube scellé par l'acide nitrique et le nitrate d'argent.

» On peut obtenir un autre iodosulfure de formule $AsSI^2$, en faisant réagir l'iodure d'arsenic sur le sulfure : en effet, si l'on maintient fondu pendant longtemps, à l'abri de l'air, un mélange de sulfure d'arsenic avec un excès d'iodure, on obtient après refroidissement une masse, entièrement soluble dans le sulfure de carbone, et qui, par cristallisations successives dans ce dissolvant, abandonne d'abord de l'iodure d'arsenic, puis de petits cristaux aiguillés de l'iodosulfure $AsSI^2$.

» Si l'on emploie, au contraire, un excès de sulfure d'arsenic, on obtient l'iodosulfure $AsS^2I$ décrit par Schneider.

» Il est à remarquer qu'il est nécessaire de prolonger l'action de la chaleur pendant un temps suffisant, sans cela la combinaison est incomplète.

» L'action de l'iode sur le sulfure d'antimoine a été étudiée par Henry et Garot (³) et par R. Schneider (⁴).

---

(¹) R. Schneider, *Journal für prakt. Chemie*, 2ᵉ série, t. XXIII, p. 486.
(²) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1516.
(³) Henry et Garot, *Journ. de Pharm.*, t. X, p. 511.
(⁴) R. Schneider, *Ann. Pogg.*, t. CX, p. 147.

» Henry et Garot avaient obtenu de l'iodure d'antimoine et un iodosulfure en feuilles de fougère, ou en lames brillantes, translucides, d'un rouge coquelicot, décomposables à froid par l'alcool et l'éther avec dissolution d'iode. Ils attribuaient à ce corps la formule $SbS^3I^3$. Schneider, dans les mêmes conditions, avait obtenu, outre l'iodure d'antimoine, l'iodosulfure $SbS^2I$, insoluble dans le sulfure de carbone.

» Nous avons cherché à reproduire ces expériences en faisant varier la proportion d'iode. Un mélange de parties égales d'iode et de sulfure d'antimoine précipité ne tarde pas à s'échauffer, et la réaction commence à la température ordinaire; on la complète en chauffant doucement. On obtient ainsi un culot rouge cinabre, formé d'aiguilles enchevêtrées de l'iodosulfure $SbS^2I$, retenant un peu d'iodure d'antimoine, que l'on enlève par le sulfure de carbone bouillant.

» En prenant 2 parties d'iode pour 1 partie de sulfure et plaçant le mélange dans un tube scellé vide d'air et chauffé seulement à la partie inférieure, on constate, après quelques heures, que les produits qui ont distillé vers les parties froides du tube ont formé des dépôts distincts : à la partie supérieure de l'iode sensiblement pur, puis quelques lamelles d'iodure d'antimoine, et un enchevêtrement de cristaux en feuilles de fougère, qui semblent être ceux obtenus par Henry et Garot; enfin, au fond du tube, un culot de sulfure d'antimoine surmonté de longues aiguilles de l'iodosulfure $SbS^2I$, tapissant les parois du tube.

» La partie intermédiaire, séparée mécaniquement de l'iodure d'antimoine aussi exactement que possible, nous a donné un iodosulfure répondant à la formule $SbS^2I^3$, soluble dans le sulfure de carbone sec et cristallisant à l'abri de l'air, mais très facilement décomposable, sous l'influence de l'air humide, en iodure d'antimoine et soufre. Nous avons d'ailleurs obtenu le même produit par l'action, à la température ordinaire, de l'acide iodhydrique sec sur le chlorosulfure $SbS^2Cl^3$.

» L'hydrogène sulfuré sec réagit aisément sur l'iodure d'antimoine aux environs de 150°; la réaction est assez lente, mais très nette, l'iodure rouge se transforme en cristaux brun rougeâtre, insolubles dans le sulfure de carbone, de l'iodosulfure $SbS^2I$ décrit plus haut. A température plus élevée, la décomposition est totale et l'on obtient du sulfure d'antimoine cristallisé.

» L'analyse de ces composés a été conduite de la manière suivante, applicable aux chlorosulfures : on attaque en tube scellé par l'acide nitrique fumant et l'on dose l'acide sulfurique comme dans le cas des iodo-

sulfures d'arsenic. Il reste sur le filtre de l'iodure d'argent et de l'acide antimonique contenant un peu d'argent. On traite alors ce résidu par le zinc pur, exempt d'arsenic et de plomb, à une douce température; au bout de quelques heures, la réduction est complète, on élimine l'iodure de zinc par lavage et l'on dose l'iode dans la liqueur filtrée; le résidu, qui contient de l'antimoine, de l'argent et un excès de zinc, est traité par l'acide nitrique pour dissoudre l'argent et le zinc, tandis que l'antimoine reste à l'état d'acide antimonique que l'on dose. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la dissociation du plombate de chaux.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Un chimiste anglais, M. Kassner, a proposé, il y a quelques années, de remplacer dans la fabrication de l'oxygène l'emploi du bioxyde de baryum par celui du plombate de chaux. Ce composé, sous l'action de la chaleur, se dissocie en abandonnant une partie de son oxygène

$$PbO^2, 2CaO = PbO + 2CaO + O.$$

» Je me suis proposé d'effectuer sur la dissociation de ce composé quelques déterminations numériques, semblables à celles que j'ai faites antérieurement sur le bioxyde de baryum, pensant que le rapprochement de ces nombres pourrait être utile pour comparer les deux procédés de fabrication de l'oxygène.

» Voici les tensions observées à différentes températures pour la dissociation du plombate de chaux.

| Températures. | Pressions en millimètres de Hg. |
|---|---|
| 880° | 47$^{mm}$ |
| 940 | 112 |
| 950 | 117 |
| 1020 | 350 |
| 1060 | 557 |
| 1070 | 570 |
| 1100 | 940 |
| 1110 | 1040 |

» La dissociation se produit donc à une température plus élevée que

pour le bioxyde de baryum. La température à laquelle on chauffe ce corps dans la fabrication industrielle de l'oxygène est celle qui correspond à une tension de $\frac{1}{10}$ d'atmosphère, soit 700° d'après mes anciennes mesures. La température correspondante pour le plombate de chaux serait de 900°, soit de 200° plus élevée. C'est là un grand inconvénient, en raison de l'accroissement de la consommation du combustible qu'entraînerait cette élévation plus grande de température, et de l'accélération de l'oxydation des cornues en fer qui résulterait de la même cause. Par contre, le plombate de chaux a sur la baryte le grand avantage d'absorber beaucoup plus rapidement et plus complètement l'oxygène, en raison de la fusibilité de l'oxyde de plomb, et de ne pas nécessiter la dessiccation et décarbonatation préalables de l'air. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la benzoylcinchonine*. Note de M. E. **Léger**, présentée par M. Henri Moissan.

« La benzoylcinchonine a été préparée, pour la première fois, en 1858, par M. Schützenberger (*Comptes rendus*, t. XLVII, p. 233), qui a déduit sa composition de l'analyse du chloroplatinate. Ce corps a été décrit, à cette époque, comme « une masse gluante, incolore, durcissant peu à peu, » non susceptible de se changer en cristaux ».

» J'ai eu récemment l'occasion de préparer la benzoylcinchonine en quantité assez notable, et je n'ai pas tardé à m'apercevoir que ce corps pouvait cristalliser dans certaines conditions. J'ai cru, dès lors, devoir reprendre son étude.

» *Préparation*. — Le procédé que j'ai suivi est celui de M. Schützenberger, légèrement modifié. 50gr de cinchonine précipitée et sèche sont introduits dans une fiole avec 30gr de chlorure de benzoyle. La réaction s'effectue avec dégagement de chaleur. On chauffe au bain-marie, pendant une heure, la fiole préalablement bouchée; puis, la réaction terminée, on reprend par l'eau le produit visqueux qui s'est formé. On ajoute à la solution ainsi obtenue un excès d'$AzH^3$, et l'on agite avec de l'éther, lequel s'empare de la benzoylcinchonine. La solution éthérée, lavée à l'eau, est évaporée à un faible volume, puis abandonnée jusqu'au lendemain. On sépare par décantation la solution éthérée de benzoylcinchonine d'un dépôt cristallin de cinchonine non attaquée et on l'évapore à siccité. Le résidu visqueux, légèrement coloré en jaune paille, est abandonné sous une cloche à acide sulfurique jusqu'à solidification complète. On le pulvérise alors et on le redissout dans l'éther absolu. La solution filtrée et convenablement concentrée abandonne au bout de vingt-quatre heures la benzoylcinchonine sous forme de cristaux.

» *Propriétés.* — La benzoylcinchonine se présente en cristaux prismatiques incolores et inodores, accolés les uns aux autres pour former des masses radiées ayant un éclat gras. Insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther saturé d'eau, elle donne avec ces dissolvants des solutions sirupeuses qui peuvent rester plus de six mois sans cristalliser. Beaucoup moins soluble dans l'éther absolu, elle cristallise facilement de ce dissolvant. Les cristaux sont surtout nets si l'on ajoute à cette solution une à deux gouttes d'eau de façon à ralentir la cristallisation. Ils sont anhydres, se ramollissent à 103° et fondent à 105°-106° (non corrigé) en un liquide incolore.

» Au point de vue chimique, la benzoylcinchonine se conduit comme la cinchonine, c'est-à-dire qu'elle se combine avec les acides pour donner deux séries de sels, les uns basiques, les autres neutres, c'est donc une base diacide. Les propriétés basiques de la benzoylcinchonine sont cependant plus faibles que celles de la cinchonine. Elle sature difficilement les acides, et son chlorhydrate neutre (avec 2HCl) perd par la chaleur la moitié de son HCl (¹). Elle donne, avec les éthers à hydracides, deux séries de composés d'addition contenant 1 ou 2 molécules d'éther. Sa composition répond à la formule $C^{38}H^{21}(C^{14}H^{5}O^{2})Az^{2}O^{2}$ (²). Elle constitue le véritable éther benzoïque de la cinchonine considérée comme phénol; car la potasse alcoolique la dédouble en acide benzoïque et cinchonine; cette dernière ayant toutes les propriétés de la cinchonine ordinaire, y compris le pouvoir rotatoire (³).

» La benzoylcinchonine agit sur la lumière polarisée; mais, tandis que la cinchonine est fortement dextrogyre, la base benzoylée est, au contraire, faiblement lévogyre. Voici les résultats obtenus avec l'alcool absolu :

$$t = 24° : \alpha_D = -22°,26\,(p=1); \quad -23°,95\,(p=2); \quad -25°,35\,(p=5).$$

» Ainsi donc, une réaction chimique, qui n'entraîne aucun changement dans la constitution de la cinchonine, une simple éthérification, a pour effet de faire passer le pouvoir rotatoire de la droite vers la gauche. Je dois dire que ce changement dans le signe de la rotation d'un corps, après son éthérification, ne constitue pas un fait isolé. Il a déjà été observé par

---

(¹) Sel séché à 140° — 150° renferme 8,52 de Cl; calculé pour HCl, 8,16.

(²) C trouvé 78,02 — 78,08; calculé 78,39. H trouvé 6,71 — 6,78; calculé 6,53.

(³) Trouvé $\alpha_D = +223°,1$, dans l'alcool absolu $p = 0,75$, $t = 17°$. Dans les mêmes conditions, Oudemans a trouvé $\alpha_D = +223°,3$.

M. A. Colson (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 175) pour l'acide diacétyltartrique, qui est lévogyre, bien que dérivant de l'acide tartrique dextrogyre.

» L'examen des chiffres ci-dessus montre, en outre, que le pouvoir rotatoire de la benzoylcinchonine augmente avec la concentration lorsqu'on opère en solution alcoolique. En solution acide, ce pouvoir rotatoire diminue avec la proportion d'acide employée et peut même passer de gauche à droite.

» Voici les résultats obtenus avec 1 équivalent de benzoylcinchonine :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| I. | 1 mol. HCl | $\alpha_D = -19°,67$, | 2 mol. HCl | $\alpha_D = -16°,72$, |
| II. | $\frac{1}{2}$ mol. $S^2O^8H^2$ | $\alpha_D = -17°,18$, | 1 mol. $S^2O^8H^2$ | $\alpha_D = +10°,68$. |

» Le dissolvant employé était l'alcool à 30°, $t = 24°$, $p = 1,327$.

» *Sels de benzoylcinchonine.* — Ces sels se préparent en ajoutant à la benzoylcinchonine, dissoute dans l'alcool, la quantité théorique d'acide nécessaire pour les produire.

» Le chlorhydrate basique (1) $C^{38}H^{21}(C^{14}H^5O^2)Az^2O^2, HCl + 2H^2O^2$ forme des tables transparentes.

» Le chlorhydrate neutre (2) $C^{38}H^{21}(C^{14}H^5O^2)Az^2O^2, 2HCl + C^4H^6O^2$ cristallise de l'alcool absolu en aiguilles renfermant 1 molécule d'alcool.

» Le bromhydrate basique (3) $C^{38}H^{21}(C^{14}H^5O^2)Az^2O^2, HBr + H^2O^2$ forme des aiguilles peu solubles.

» Le chloroplatinate (4) $C^{38}H^{21}(C^{14}H^5O^2)Az^2O^2, PtCl^6H^2$ masses jaune d'or formées d'aiguilles.

» *Dérivés alkylés.* — Ont été préparés et analysés : le monoiodométhylate, le diiodométhylate, le monoiodéthylate, le bromométhylate. Tous ces corps, sauf le diiodométhylate, cristallisent parfaitement.

» Nous avons l'intention d'étudier sur les autres bases du quinquina l'action du chlorure de benzoyle (5). »

---

(1) Cl trouvé 7,62; calculé 8,16. Eau trouvée 7,94; calculée 7,68.

(2) Cl trouvé 14,50; calculé 15,07. Perte de poids 9,65; calculé pour $C^4H^6O^2$, 8,89.

(3) Br trouvé 16,49; calculé 16,72. Eau trouvée 3,59; calculée 3,62.

(4) Pt trouvé 23,79; calculé 24,38.

(5) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Jungfleisch, au Conservatoire national des Arts et Métiers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur la pyrocatéchine et sur l'homopyrocatéchine* [1]. Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Henri Moissan.

« *Pyrocatéchine.* — Je mets en contact à froid $5^{gr}$ pyrocatéchine, $10^{gr}$ acide sulfurique pur : au bout de quelques jours le mélange se prend en une masse cristalline. Je dissous dans l'eau et, en traitant par le carbonate de baryte, j'obtiens des cristaux qui sont le sel de baryte d'un acide monosulfoné dérivé de la pyrocatéchine; ce sel de baryte est formé de petits prismes à arêtes rectangulaires, groupés en faisceaux : il est soluble dans l'eau, surtout à chaud, peu soluble dans l'alcool; sa solution traitée par le perchlorure de fer donne une belle coloration verte, passant au rouge par les alcalis; il a pour formule $[C^6H^3(OH)^2SO^3]^2Ba + 4H^2O$ [2].

» Le sel de potasse se présente sous forme d'aiguilles soyeuses, groupées en étoiles : il est très soluble dans l'eau; insoluble dans l'alcool froid, peu soluble à chaud, sa formule est $C^6H^3(OH)^2SO^3K$.

» L'acide correspondant, en solution fortement concentrée et placée dans le vide, se prend en une masse cristalline formée de fines aiguilles blanches, groupées en étoiles : cet acide est très délisquescent, soluble dans l'alcool, l'éther; il se colore très rapidement sous l'influence de la lumière; son point de fusion est 53°-54°.

» L'action de l'acide sulfurique sur la pyrocatéchine à la température du bain-marie donne le même dérivé sulfoné; cependant, à cette température, j'ai constaté la formation d'une petite proportion d'un acide sulfoné à sel de baryte, très peu soluble, qui, à premier examen, me paraît identique au sel de baryte d'un acide disulfoné de la pyrocatéchine, acide dont il sera parlé plus loin.

» Barth et Schmidt [3], dans l'action ménagée de la potasse fondante sur un des phénols disulfonés, ont obtenu un acide monosulfoné de la pyrocatéchine qui est un isomère de celui que j'ai préparé : en effet, le sel de baryte de l'acide de Barth et Schmidt ne contient pas d'eau de cristallisation.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

(2) *Analyse.* — $C = 24,34, 24,60$; $H = 3,16, 3,18$; $Ba = 23,35, 23,40$; Calculé : $C = 24,53$; $H = 3,06$; $Ba = 23,33$.

(3) *Berichte*, t. XII, p. 1260.

» J'ai essayé l'action de l'acide sulfurique sur la pyrocatéchine à une température supérieure à 100°, à 130°; la pyrocatéchine se détruit en partie et il y a dégagement d'acide sulfureux.

» L'acide sulfurique à 30 pour 100 d'anhydride agit différemment sur la pyrocatéchine. Je chauffe au bain-marie 1 partie de pyrocatéchine, 5 parties de cet acide sulfurique; au bout d'une demi-heure le mélange se prend en masse; en saturant par le carbonate de potasse et après séparation du sulfate de potasse, j'obtiens un sel qui diffère complètement par l'aspect du sel de potasse monosulfoné; il cristallise en petits prismes obliques isolés, d'un blanc légèrement jaunâtre; soluble dans l'eau, surtout à chaud, peu soluble dans l'alcool concentré. Sa formule est $C^6H^2(OH)^2(SO^3K)^2 + HO^2$ (¹).

» C'est donc le sel de potasse d'un acide disulfoné de la pyrocatéchine.

» Le sel de baryte est en petits prismes microscopiques groupés en rosettes; il est très peu soluble dans l'eau froide, un peu plus soluble à chaud; il est difficile de l'obtenir blanc, car il se colore très facilement en rouge par évaporation de ses solutions, même dans le vide. La solution de l'acide correspondant concentrée et placée dans le vide reste sirupeuse; fortement refroidie elle se prend en une masse cristalline formée d'aiguilles groupées en étoiles. En résumé l'action de l'acide sulfurique ordinaire sur la pyrocatéchine m'a donné un dérivé monosulfoné; l'acide à 30 pour 100 d'anhydride un acide disulfoné.

» *Homopyrocatéchine.* — J'ai fait agir en différentes proportions et à diverses températures l'acide sulfurique ordinaire et l'acide à 30 pour 100 d'anhydride sur l'homopyrocatéchine : dans toutes ces circonstances, je n'ai eu qu'un seul dérivé monosulfoné. A froid la formation de cet acide demande plusieurs jours; à 100°, il suffit de quelques heures; vers 130°, l'homopyrocatéchine est détruite, et il y a dégagement d'acide sulfureux.

» En me plaçant dans les conditions suivantes, j'ai eu le meilleur rendement : je chauffe au bain-marie pendant quatre heures $10^{gr}$ d'homopyrocatéchine, $20^{gr}$ d'acide sulfurique à 30 pour 100 d'anhydride; au moyen du carbonate de baryte, j'obtiens un sel que je purifie par plusieurs cristallisations. C'est le sel de baryte d'un acide monosulfoné de l'homopyrocatéchine, il est en petits prismes allongés, groupés en étoiles, transparents, brillants, prenant à la lumière une teinte légèrement rose; il est peu soluble

(¹) *Analyse.* — $C = 19,98$, $H = 1,96$, $S = 17,85$, $K = 21,19$, $21,27$, $21,17$. Calculé : $C = 19,78$, $H = 1,64$, $S = 17,58$, $K = 21,42$.

dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, insoluble dans l'alcool. Il a pour formule $[C^7H^5(OH)^2SO^3]^2Ba + 3H^2O$ (1).

» Le sel de potasse se présente sous forme de fines aiguilles à éclat nacré formant de petites masses sphériques; ces cristaux prennent une teinte rosée sous l'influence de la lumière; il est très soluble dans l'eau, même à froid, soluble dans l'alcool absolu bouillant; il a pour formule $C^7H^5(OH)^2SO^3K + H^2O$ (2).

» L'acide correspondant se prend dans le vide au bout de quelque temps en une masse cristalline formée de longues aiguilles étoilées se colorant en brun à la lumière; il est déliquescent, très soluble dans l'alcool, l'éther; son point de fusion est 93°-94°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé de combinaison directe des carbures éthyléniques et aromatiques.* Note de M. **A. Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« Diverses synthèses ont été réalisées, il y a deux ans, par union directe du groupe méthylique des méthylbenzènes avec le cinnamène, en présence d'acide sulfurique (G. Kraemer et A. Spilker, *D. ch. G.*, t. XXIII, p. 3169); j'ai pensé que cette action pourrait être généralisée et que les carbures de la série éthylénique devaient se combiner au benzène et à ses dérivés.

» Dans une Note précédente sur les carbures pyrogénés formés dans l'industrie du gaz comprimé (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 601), j'ai signalé dans ces produits la présence d'une quantité notable d'hexylène normal $\alpha$ (5 hexène)

$$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH = CH^2$$

que l'on arrive facilement à séparer par fractionnement au moyen d'une colonne Le Bel à quinze boules; la portion 67°-68°, obtenue après une

(1) *Analyse.* — Trouvé : C = 28,45, 27,97 ; H = 3,64, 3,54; Ba = 22,80, 23,10, 22,82, 23; S = 10,68. Calculé : C = 28,14; H = 3,35; Ba = 22,94; S = 10,72 pour 100.

(2) Trouvé : K = 14,96, 15,21; S = 12,75 pour 100.
Calculé : K = 15 S = 12,30 pour 100.

dizaine de tours, ne renferme comme impureté qu'un peu de benzène; c'est avec ce produit que j'ai entrepris mes essais.

» Pour effectuer la combinaison des deux carbures, on opère de la façon suivante : une certaine quantité de benzène cristallisable est additionnée d'hexylène et agitée avec 10 pour 100 environ d'acide sulfurique ordinaire à 66° Baumé. Les deux liquides (principalement l'acide) noircissent fortement, le mélange s'échauffe et il se dégage de l'anhydride sulfureux; dès que la première action est terminée et après refroidissement on ajoute successivement de nouvelles portions du carbure éthylénique en agitant constamment; on peut ainsi introduire en hexylène une quantité correspondant à la moitié du benzène employé. Il faut avoir soin de renouveler au moins une fois l'acide à la fin de l'opération, pour s'assurer de la disparition complète de l'hexylène, il ne doit plus y avoir d'élévation de température; on décante alors la couche supérieure, laquelle est lavée une première fois à l'eau, puis avec une lessive étendue de soude caustique; le produit se décolore. Le benzène en excès est chassé facilement, grâce à la grande différence entre les points d'ébullition de ce liquide et du produit obtenu, lequel est constitué par un carbure très pur distillant entre 207° et 209°; on obtient ainsi, pour une certaine quantité d'hexylène, un poids égal d'hexylbenzène, le rendement est donc de 50 pour 100 environ.

» On peut avantageusement employer pour cette préparation les portions 70°-80° du fractionnement des huiles légères du gaz comprimé, lesquelles ne renferment que du benzène et de l'hexylène, et constituent les résidus de préparation de ce dernier corps.

» L'hexylbenzène ainsi obtenu a été formé par simple addition

$$C^6H^6 + C^6H^{12} = C^6H^5.C^6H^{13}.$$

» La moyenne de trois analyses a donné

$$C = 88,6, \qquad H = 11,2.$$

» C'est un liquide incolore mobile, bouillant à 208° sous la pression ordinaire, il possède une odeur assez tenace rappelant celle des carbures térébéniques et dont la densité $D_4^{15} = 0,869$; son indice de réfraction, $n_{15} = 1,492$.

» Le pouvoir réfringent moléculaire calculé pour ces valeurs d'après la formule $\frac{P}{D} \times \frac{n^2-1}{n^2+2}$ est égal à 53,93.

» La théorie indique 53,82 pour $C^{12}H^{18}$ (en ajoutant trois fois la valeur de la liaison éthylénique pour le noyau benzène).

» Ce carbure se combine au brome à froid en dégageant immédiatement de l'acide brombydrique et en donnant une série de produits; avec l'acide sulfurique fumant, il donne facilement un dérivé sulfoné dont le sel de

baryum répond à la formule

$$(C^{12}H^{17}SO^3)^2Ba, 2H^2O.$$

Ce dérivé est soluble dans l'eau et l'alcool, beaucoup plus à chaud qu'à froid; il cristallise en magnifiques lamelles nacrées.

» Le sel de calcium présente les mêmes solubilités.

» L'hexylbenzène réduit lentement à froid, plus rapidement à chaud, le manganate et le permanganate de potassium; la destruction de la molécule paraît être complète, on n'obtient qu'une faible quantité d'acide oxalique.

» L'acide azotique étendu légèrement donne de l'acide benzoïque, ce qui établit nettement l'existence d'une seule chaîne latérale.

» Enfin, en faisant tomber goutte à goutte le carbure dans une solution bouillante de mélange chromique, les eaux entraînées immédiatement, soumises à une ébullition prolongée en présence d'un alcali, donnent les réactions des formiates.

» La présence de ces acides dans les produits d'oxydation indique la constitution suivante pour cet hexylbenzène :

$$C_6H_5{-}\underset{}{\overset{CH^3}{\overset{|}{C}}}H{-}C^4H^9,$$

c'est donc un méthylbutyltoluène ou méthylbutylphénylméthane.

» Quant à sa formation, on peut admettre les équations suivantes

$$SO^4H^2 + CH^2{:}CH.C^4H^9 = SO^4H.\overset{CH^3}{\overset{|}{C}}H.C^4H^9,$$

$$SO^4H.\overset{CH^3}{\dot{C}}H.C^4H^9 + C^6H^6 = C^6H^5.\overset{CH^3}{\dot{C}}H.C^4H^9 + SO^4H^2.$$

» Ce procédé de synthèse est général avec les carbures éthyléniques; mais, avec les amylènes, les rendements sont moins bons qu'avec l'hexylène normal; il se forme de grandes quantités de goudrons dus à la polymérisation facile de ces produits; d'ailleurs la difficulté de les purifier ne permet pas d'obtenir d'amylbenzènes purs.

» Le toluène se comporte de la même façon que le benzène; l'étude complète des produits obtenus n'est pas achevée; il sera intéressant de voir si la soudure se fait au chaînon méthyl, comme l'ont indiqué les auteurs déjà cités, dans l'action réciproque du cinnamène sur les différents xylènes; ou bien si la liaison se fait sur le noyau en position ortho, méta ou para, comme l'action du benzène permet de le faire supposer ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essai de diagnose des acides amido-benzoïques isomériques et de quelques autres composés aromatiques.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« Les réactions des trois acides amido-benzoïques que j'ai fait connaître dans différentes Communications présentées à l'Académie, en 1892 et 1893, différencient nettement ces trois isomères, mais ne permettent pas d'en effectuer la diagnose d'une manière pratique. J'ai donc été amené à rechercher un procédé simple de diagnose; je l'ai trouvé en étudiant l'action de la lumière solaire et de la lumière diffuse sur les solutions alcooliques ou éthérées de ces acides.

» J'ai étudié en outre, au même point de vue, les trois acides nitrobenzoïques, les trois acides oxybenzoïques et l'acide benzoïque, dont tous ces composés sont des dérivés; j'ai examiné enfin les trois diphénols isomériques : la résorcine, l'hydroquinone et la pyrocatéchine.

» I. Acides amido-benzoïques. — J'ai d'abord exposé au grand soleil les trois acides secs et pulvérulents; dans ces conditions, ils restent inaltérés; mais, si l'on humecte l'isomère ortho avec un peu d'alcool ou d'éther, il ne tarde pas à prendre une teinte brunâtre.

» Les solutions alcooliques des trois acides ont été ensuite exposées au grand soleil et à la lumière diffuse.

» A la lumière solaire, la solution ortho a montré immédiatement une fluorescence d'un bleu vif qui s'est maintenue pendant toute la durée de l'exposition. D'abord incolore, elle est devenue rouge-brun par transparence. La solution méta, au bout du même temps, s'est colorée en rouge vif; une légère fluorescence bleue est apparue, mais sans se maintenir. La solution para était colorée en jaune clair; à la longue, la teinte a passé au jaune orangé; aucune fluorescence.

» *Solutions éthérées.* — Après deux heures d'exposition au grand soleil, la solution ortho prend une teinte rouge orangé; cette teinte peu stable vire au bout de quelques jours au jaune pâle.

---

([1]) Travail fait à l'École de Physique et Chimie. Laboratoire de M. Étard.

» La solution méta, dans les mêmes conditions, se colore en jaune clair; mais il est à remarquer que l'acide méta n'est que partiellement dissous, *qu'il s'est coloré en rouge-brun dans les parties qui sont au contact de l'éther*, et qu'il s'est formé un enduit brun, le long du tube, qui est insoluble ou à peine soluble dans l'éther.

» Dans la solution para, on observe la production, à la longue, d'un enduit jaunâtre assez épais; quant à l'éther, il est incolore ou à peine coloré en jaune pâle.

» En lumière diffuse, la solution ortho devient peu à peu rouge brun; il y a formation d'un dépôt de même couleur sur les parois du tube; la solution méta devient jaune clair; une partie de l'acide méta, restée insoluble, *se colore en rouge brique au contact de l'éther, l'autre partie demeurant incolore*. La solution para ne subit aucune altération.

» La sensibilité des différentes solutions de l'acide ortho-amido-benzoïque, à la lumière solaire, est caractéristique; c'est ainsi que les solutions de cet acide dans l'acétone pure deviennent bientôt rouge Bordeaux; dans l'alcool méthylique, rouge grenat; dans le chloroforme, rouge Solférino; dans l'acide bromhydrique étendu, violet améthyste.

» II. Acides nitro-benzoïques. — Exposés à l'état sec et pulvérulent, au grand soleil, ces acides ne sont nullement altérés.

» *Solutions alcooliques*. — Dans les mêmes conditions, la solution ortho est incolore; les solutions méta et para se sont peu à peu colorées en jaune (l'expérience commencée le 15 mai a été terminée le 6 juillet).

» *Solutions éthérées*. — Au grand soleil la solution ortho se colore en jaune foncé, puis, à la longue, en rouge clair (lorsqu'une partie de l'éther s'est évaporée). La solution méta est orangée et l'on observe la formation d'un léger enduit brun et translucide sur les parois du tube. La solution para est devenue jaune; sur le tube s'est déposé un enduit rouge-orangé, épais et très adhérent. (Expérience de même durée.)

» III. Acides oxy-benzoïques. — Ces acides ont été dissous dans l'éther et les solutions exposées du 20 mai au 6 juillet, au grand soleil. Aucune altération, sauf pour la solution méta qui se colore *très légèrement* en jaune.

» IV. Acide benzoïque. — Pendant le même laps de temps, la solution éthérée de cet acide et l'acide lui-même ont résisté à l'action des radiations solaires si particulièrement intenses cette année.

» V. Diphénols. — Poids égaux de résorcine, d'hydroquinone, de pyrocatéchine ont été dissous dans l'éther. Au grand soleil, et du 7 juin au 7 juillet, voici les différences observées :

» 1° La solution de résorcine passe rapidement au jaune, puis à l'orangé, mais cette dernière teinte, peu stable, vire de nouveau au jaune clair; il y a formation d'un léger enduit jaune-brun dans le tube.

» 2° La solution de pyrocatéchine passe bientôt au jaune foncé, puis au brun, et prend finalement une belle teinte ambrée; elle reste limpide.

» 3° La solution d'hydroquinone est celle qui présente le plus de résistance; ce n'est qu'à la longue qu'elle se colore en jaune pâle; elle demeure limpide.

» Conclusion. — On peut distinguer les isomères amido-benzoïques et nitro-benzoïques, et les diphénols, en préparant leurs solutions alcoo-

liques ou éthérées et en les exposant à la lumière solaire ou diffuse. La diagnose est possible, non pas seulement à cause des différentes colorations qui se révèlent, mais à cause du plus ou moins de stabilité au soleil des teintes produites, et surtout en raison des vitesses très inégales avec lesquelles ces colorations se manifestent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le géraniol.* Note de M. **Ph. Barbier.**

« Pour compléter les recherches que j'ai entreprises sur les alcools à chaîne ouverte, répondant à la formule $C^{10}H^{18}O$, j'ai étudié le géraniol extrait de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus*, que l'on trouve dans le commerce sous le nom d'*essence de géranium hindoue*.

» Cette essence, soumise à une série de distillations fractionnées dans le vide, donne environ 75 pour 100 d'un liquide bouillant très régulièrement à 126°-127° sous une pression de $16^{mm}$; cette substance constitue le géraniol $C^{10}H^{18}O$, contenant une trace d'un sesquiterpène qui augmente sa densité et lui communique l'activité optique. Il présente en effet, à cet état, une densité à 0° de 0,9119 et une déviation à gauche de 11°54′ sous une épaisseur de $0^m,4$ à la température de 24°.

» D'après les recherches de Semmler [1] le géraniol possède la constitution :

$$
\begin{array}{l}
CH - CH^2 - CH\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\
\| \\
CH - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{}{\underset{|}{C}}} \quad = CH - CH^2OH
\end{array}
$$

qui est celle d'un alcool primaire inactif contenant deux liaisons éthyléniques et donnant par oxydation énergique l'acide valérianique; de plus, cette formule laisse prévoir l'existence d'un stéréo-isomère ayant avec le géraniol les mêmes relations que le licaréol avec le licarhodol [2].

» J'ai donc étudié l'action de l'anhydride acétique en vase clos à 150° sur le géraniol; dans ces conditions, il ne se produit que de l'éther géraniol acétique.

» Cet éther répond rigoureusement à la formule $C^{10}H^{17}OC^2H^3O$; c'est

(1) Semmler, *D. ch. G.*, t. XXIII, p. 1098.

(2) Ph. Barbier, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1200; 1893.

un liquide incolore, mobile, d'odeur agréable, bouillant à 129°-130° sous une pression de $14^{mm},5$; sa densité à 0° est égale à 0,9388; ses indices sont

$$n_r = 1,4614, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4758, \qquad \lambda_b = 452,6,$$

à la température de 24°.

» Traité par la potasse alcoolique, il est très rapidement saponifié et régénère le géraniol, que deux rectifications fournissent à l'état de pureté complète.

» Le géraniol pur régénéré de l'acétate est un liquide parfaitement incolore, légèrement huileux, doué d'une odeur beaucoup plus fine et plus suave que celle du géraniol primitif; il bout à 126°-127° sous une pression de $16^{mm}$; sa densité à 0° est 0,9012; ses indices sont

$$n_r = 1,4750, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4904, \qquad \lambda_b = 452,6,$$

à la température de 24°,1. Il dévie à gauche d'une quantité négligeable.

» Le géraniol, traité par le gaz chlorhydrique sec, donne un dichlorhydrate $C^{10}H^{18}Cl^2$, liquide bouillant à 142°-143° sous une pression de $16^{mm}$. Il m'a été impossible d'isoler le chlorure de géranyle $C^{10}H^{17}Cl$ signalé par Jacobsen.

» Ce dichlorhydrate, décomposé par une solution acétique bouillante d'acétate de potassium, m'a donné du dipentène, que j'ai caractérisé par le point de fusion de son tétrabromure.

» Ainsi le géraniol se présente comme la modification stéréochimique stable; le passage à travers la combinaison acétique ne lui a fait subir qu'une purification sans aucun changement isomérique.

» D'après une récente Communication, M. Bouchardat (1) a retiré de l'essence de lavande un linalol qu'il considère comme identique au licaréol et qu'il a transformé au moyen de l'anhydride acétique en éther géraniol acétique et finalement en géraniol. Si le linalol de M. Bouchardat est identique au licaréol, c'est le licarhodol qui s'est formé dans cette réaction et non pas le géraniol; ces deux alcools se différencient nettement l'un de l'autre, à la fois par leur constitution et par leurs propriétés

(1) G. Bouchardat, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1253; 1893.

physiques ;

$$\underbrace{\begin{array}{l} CH-CH^2-CH\langle^{CH^3}_{CH^3} \\ \| \\ CH-\underset{|}{C}=CH-CH^2OH \\ \quad CH^3 \end{array}}_{\text{Géraniol.}} \qquad \underbrace{\begin{array}{l} \quad C^3H^7 \\ \quad | \\ CH-C=CH^2 \\ \| \\ CH-\underset{|}{CH}-CH^2OH \\ \quad CH^3 \end{array}}_{\text{Licarhodol (1).}}$$

» Le Tableau ci-dessous met en regard les propriétés physiques des deux corps et celles de leur éther acétique :

| | Géraniol. | Licarhodol. |
|---|---|---|
| Point d'ébullition....... | 126°-127°, $h=16^{mm}$ | 125°-126°, $h=17^{mm}$ |
| Densité à 0°............ | 0,9012 | 0,8956 |
| Indices................ | 1,4750 | 1,4740 |
| | 1,4904 | 1,4850 |
| | inactif | faiblement lévogyre |
| | Éther acétique. | |
| Point d'ébullition........ | 129°-130°, $h=14^{mm},5$ | 135°, $h=21^{mm},5$ |
| Densité à 0°............ | 0,9388 | 0,9298 |
| Indices.............. | 1,4614 | 1,4593 |
| | 1,4758 | 1,4734 |

» D'après les résultats indiqués par M. G. Bouchardat, le linalol de l'essence de lavande spic n'est autre chose que la modification stéréo-isomérique instable du géraniol, jouant vis-à-vis de celui-ci le même rôle que le licaréol vis-à-vis du licarhodol, ce qui confirme et généralise les faits signalés dans mes précédentes Communications. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence de l'acidité des moûts sur la composition des flegmes*. Note de M. **L. Lindet**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai fait connaître en 1888 et en 1891 (2) le résultat de plusieurs expériences qui toutes tendent à démontrer que la plus grande partie des alcools supérieurs est, pendant la fermentation alcoolique, produite par des organismes étrangers à la levure. Les expériences que j'ai l'honneur

(1) Ph. Barbier, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1062; 1893.
(2) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 182; t. CXII, p. 102 et 663.

de présenter aujourd'hui à l'Académie viennent encore, si l'on admet l'interprétation qu'il me semble naturel de leur donner, aboutir à la même conclusion.

» Pour prémunir les moûts contre l'invasion de certains ferments étrangers, le distillateur trouve souvent intérêt à les aciduler au moyen d'un acide minéral (sulfurique, chlorhydrique, fluorhydrique); cette manière de faire offre l'avantage incontesté d'augmenter le rendement brut en alcool, en empêchant les acides lactique et butyrique de se former aux dépens des sucres. Quelquefois aussi, et pour répondre à certains besoins spéciaux, le distillateur ne cherche pas à éviter la fermentation lactique, il la provoque au contraire et la laisse se développer en même temps que la fermentation alcoolique. Dans le premier cas, l'acidité, réglée au début par l'addition d'acide minéral, change peu pendant la fermentation; dans le second, l'acidité, presque nulle au moment de la mise en levain, augmente progressivement et, comptée en acide sulfurique, atteint à la fin plus de $3^{gr}$ par litre.

» J'ai pensé qu'il était intéressant de rechercher l'influence qu'exercent ces changements dans l'acidité du moût qui fermente, sur la composition du flegme, qui résulte de sa distillation, et spécialement sur leur teneur en alcools supérieurs.

» J'ai préparé $2^{hlit},500$ de moût de grains (maïs, seigle, malt d'orge) que j'ai divisé en deux moûts égaux; l'un d'eux a été additionné de $1^{gr},5$ d'acide sulfurique par litre; l'autre n'a reçu aucune addition d'acide. Ils ont été, côte à côte, ensemencés au moyen d'une levure industrielle contenant du ferment lactique; ils ont fermenté régulièrement, dans les conditions d'acidité précisées plus haut, et, quand leur fermentation a été terminée, tous deux ont été distillés dans un même alambic; puis les flegmes ont été soumis, dans des conditions rigoureusement identiques, à la distillation fractionnée, pour y rechercher les alcools supérieurs. Les résultats ont été les suivants :

| | Alcools supérieurs insolubles dans l'eau par litre d'alcool à 100°. |
|---|---|
| Moût additionné d'acide sulfurique ................. | $6^{cc},41$ |
| Moût sans addition ............................ | $4^{cc},52$ |

» Pour m'assurer que ce résultat était d'ordre général, j'ai repris cette expérience en substituant à l'acide sulfurique un autre acide minéral, l'acide fluorhydrique, dont l'emploi préconisé par M. le Dr Effront, tend à s'introduire dans nos distilleries.

» J'ai été assez heureux pour rencontrer un distillateur agricole, à Olizy (Ardennes), M. Marc de la Pérelle, qui, secondé par M. Pinaudier, ancien préparateur de M. Aimé Girard, a bien voulu s'associer à mon expérience. M. Pinaudier, qui dirigeait alors la distillerie, a fabriqué pour moi deux moûts de $3000^{kg}$ de pommes de terre, l'un en présence d'acide fluorhydrique, l'autre sans addition d'acide. Le premier fut ensemencé directement, l'autre au moyen de pieds de cuve lactiques. Les flegmes obtenus dans l'un et l'autre cas ont été récoltés, et il a été prélevé de chacun d'eux un échantillon de $50^{lit}$ qui m'a été adressé.

» Les deux flegmes, pris sous le volume de $40^{lit}$, représentant $23^{lit}$ d'alcool à 100°, ont été analysés par la distillation fractionnée et j'ai obtenu :

| | Alcools supérieurs insolubles dans l'eau par litre d'alcool à 100°. | Dont j'ai pu retirer alcool amylique par litre d'alcool à 100°. |
|---|---|---|
| Moût additionné d'acide fluorhydrique... | $2^{cc},05$ | $1^{cc},43$ |
| Moût sans addition.................... | $1^{cc},65$ | $1^{cc},00$ |

» On constate donc que les moûts prémunis contre l'invasion des ferments lactique et butyrique, par addition d'un acide minéral, renferment plus d'alcools supérieurs que les moûts dans lesquels ces ferments se sont librement développés. Il est fort difficile, étant donnée la multiplicité des causes qui peuvent intervenir dans la production des alcools supérieurs, de tirer de ces expériences des conclusions fermes. Mais il est une hypothèse qui, s'appuyant sur les récents travaux de M. Perdrix ([1]) et de M. Grimbert ([2]), me paraît pouvoir être soutenue. Les bacilles que ces savants ont étudiés (*B. amylozyme, B. orthobutylicus*) sont capables de produire de grandes quantités d'alcools supérieurs; ils sont, de plus, arrêtés dans leur développement par une acidité exagérée. Or, n'est-il pas possible que des bacilles de ce genre puissent vivre en présence d'une acidité relativement faible, celle qui, par exemple, est déterminée par l'addition d'acide minéral, et qu'ils soient, au contraire, étouffés par l'acidité exagérée due à l'acide lactique qui se développe à la fin de la fermentation, au moment même où, comme je l'ai montré, les alcools supérieurs tendent à se former.

» J'ai pensé qu'il y avait également intérêt à porter mon attention sur les autres impuretés que renferment les flegmes ci-dessus désignés, et à estimer les proportions relatives d'aldéhydes, d'acides, d'éthers et de bases que l'on rencontre dans chacun d'eux.

---

([1]) Perdrix, *Annales de l'Institut Pasteur*, p. 287; 1891.

([2]) Grimbert, *Annales de l'Institut Pasteur*, p. 353; 1893.

» La quantité d'aldéhyde décelée par le bisulfite de rosaniline était sensiblement la même dans l'un et l'autre flegme. Elle était très faible et je n'ai pas cru devoir la doser exactement. Les bases ont été obtenues par leur transformation en ammoniaque. Quant aux éthers, ils ont été saponifiés par la baryte, au réfrigérant à reflux. Le liquide a été filtré, saturé par l'acide carbonique, évaporé pour en chasser l'alcool et additionné d'acide sulfurique; la pesée du sulfate de baryte permet de calculer la somme des acides libres et combinés à l'état d'éthers, dont on déduit la quantité d'acides libres par un simple dosage alcalimétrique :

| | Moût | |
|---|---|---|
| Par litre d'alcool à 100°. | additionné d'acide fluorhydrique. | sans addition. |
| | gr | gr |
| Bases | 0,107 | 0,127 |
| Acides (estimés en acide acétique) | 0,780 | 1,370 |
| Éthers (estimés en éther acétique) | 0,430 | 1,470 |

» Les flegmes qui proviennent de moûts acidulés dès le début de la fermentation renferment donc plus d'alcools supérieurs que ceux obtenus de moûts non acidulés, mais ils contiennent moins de bases, d'acides volatils et d'éthers; ils doivent être considérés comme de meilleure qualité. Il est, en effet, aisé, par les procédés actuels de la rectification, d'éliminer complètement les alcools supérieurs; l'élimination des bases, des acides et surtout des éthers présente de plus grandes difficultés. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Assimilabilité plus grande de l'azote nitrique des nitrates récemment formés.* Note de M. **P. Pichard.** (Extrait.)

« De tous mes essais, il ressort que l'azote nitrique est plus efficace, plus *assimilable,* quand il a été produit récemment ou qu'il vient d'échanger, en combinaison saline, une base pour une autre, notamment pour la potasse. Il y a là une question de statique moléculaire, que le progrès de la Physiologie végétale éclaircira plus tard.

» Au point de vue de la pratique agricole, nous croyons légitime d'étendre aux autres cultures les faits manifestés dans nos expériences sur le tabac. Peu de plantes, il est vrai, ont la faculté d'accumuler au même degré les nitrates dans leurs tissus (feuilles, tiges et racines) et nous avons

montré ailleurs [1] que c'est principalement à cette accumulation que le tabac doit sa combustibilité, et que l'art de cultiver le tabac, à ce point de vue, consiste à réaliser les conditions favorables à l'emmagasinement des nitrates dans les feuilles. Cependant notre expérience personnelle nous a permis de constater des faits analogues à l'égard de la betterave, du sorgho à sucre, de la vigne et du blé.

» Les agriculteurs reconnaissent que l'emploi des nitrates n'est bien efficace qu'au début de la végétation, lorsque les conditions météorologiques n'ont pas encore été favorables à la nitrification. Ils savent aussi que les pluies d'orage, chargées d'acide nitrique ou de nitrate d'ammoniaque récemment produits, sont particulièrement fertilisantes.

» La préférence accordée au nitrate de soude sur le nitrate de potasse, comme engrais chimique, n'est pas seulement justifiée par une raison d'économie, mais encore par une efficacité plus grande, résultant de sa transformation en salpêtre dans un sol bien pourvu de potasse. Enfin, la pratique qui consiste à répandre le nitrate de soude à petites doses répétées a un autre effet que d'éviter les pertes par l'entraînement des eaux, celui de fournir toujours à la plante du nitrate de potasse de formation récente.

» L'azote nitrique, dont la formation dans les tissus mêmes de la plante a été signalée par M. Berthelot, doit vraisemblablement, pour la même raison, être aussi plus assimilable que celui qui provient du sol.

» L'amélioration de la terre végétale par les amendements, calcaire, marne, argile, sable et plâtre, l'usage des engrais organiques, bref les traditions de la vieille culture ne sont pas à délaisser; la production sera mieux assurée par les conditions rendant un sol apte à bien nitrifier, durant le cours de la végétation, que par l'emploi brutal des nitrates chimiques.

» A cet égard, l'analyse des terres végétales et des engrais organiques est à compléter. Outre la connaissance des doses d'éléments fertilisants, il importe à l'agriculteur de savoir si l'humus de son sol est capable de fournir, dans le cours de la végétation, assez d'azote nitrique aux plantes qu'il veut cultiver, l'effet produit par telle ou telle dose d'un amendement, et de recueillir les mêmes données à l'égard de tel engrais organique incorporé au sol. Cette recherche, aux mains d'un agriculteur habile, aboutit quelquefois, dans la pratique, après plusieurs années de culture. Mais il

---

[1] *Culture du tabac à fumer. Terrains et engrais favorables à la combustibilité.* Avignon, 1885.

y aurait lieu d'en abréger la durée et les frais, en expérimentant, comme nous l'avons fait nous-même, à la Station agronomique du Lézardeau, sur des terres nues, et comme nous l'avons recommandé aux agriculteurs de la région, dans une Conférence faite devant la Société d'Agriculture de Quimperlé, en novembre 1891 (¹). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de la miellée du Tilleul.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Dehérain.

« On sait que, pendant les années sèches, les feuilles de certains arbres, comme le tilleul et l'érable, se recouvrent fréquemment d'une exsudation poisseuse, qui peut devenir assez abondante pour tomber en gouttelettes sur le sol. Cette exsudation, qui a reçu le nom de *miellée* ou *miellat*, à cause de sa saveur, paraît être liée à l'existence d'un puceron qui vit alors en parasite sur la feuille; elle a donc une origine semblable à celle d'un grand nombre de mannes : il était intéressant de voir si la même analogie se retrouve dans la composition de ces différents produits.

» En 1869, M. Boussingault a étudié à ce point de vue la miellée du tilleul, recueillie par lui-même dans le jardin du Liebfrauenberg; dans son Mémoire, il y signale la présence du sucre ordinaire, mélangé de sucre interverti et d'un peu de dextrine (²). Ces conclusions, fondées uniquement sur l'examen de la miellée au polarimètre et sur la mesure de son pouvoir réducteur, avant et après l'hydrolyse, ne présentent *a priori* aucun caractère de certitude; j'ai cru utile de reprendre cette question, dont l'étude était particulièrement facile cette année, à cause de l'extrême abondance du miellat.

» Pour extraire la miellée des feuilles, il suffit de les laver un instant à l'eau ordinaire et de concentrer ensuite les liquides sur le bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse. M. Boussingault avait commencé par leur faire subir une défécation à l'acétate de plomb; il m'a semblé préférable de ne pas employer ce réactif, qui, par l'acide acétique qu'il laisse plus tard mélangé au produit, détermine souvent l'hydratation des sucres complexes.

» Avec $100^{kg}$ de feuilles fraîches de tilleul, j'ai obtenu ainsi environ $1^{kg}$

(¹) *Rôle des amendements calcaires : chaux, sable, marne et plâtre dans la végétation* (Quimperlé, 1892, imprimerie de l'*Union agricole*).

(²) *Agronomie*, t. V, p. 33.

d'un sirop brun, possédant une saveur fortement sucrée, avec un arrière-goût un peu amer.

» Sous cette forme, le produit paraît être incristallisable, mais si on le traite d'abord par l'alcool faible, qui précipite une substance gommeuse, puis par l'alcool à 90°, on ne tarde pas à voir la masse se remplir de cristaux microscopiques qui s'attachent au verre partout où on l'a frotté.

» Ces cristaux sont sans aucun doute identiques à ceux que M. Boussingault a vus se produire dans ses expériences et que cet auteur a pris pour du sucre ordinaire; cependant ils ne présentent aucune des propriétés de la saccharose. Loin de là, il a été impossible, même après plusieurs purifications des sirops par l'alcool, d'obtenir aucun produit devenant lévogyre par l'interversion, ainsi que cela devrait être si le mélange était riche en sucre de canne. J'ajouterai d'ailleurs que les cristaux de sucre se dissolvent et disparaissent dans les sirops de miellée sans en provoquer la cristallisation, alors même qu'ils sont assez concentrés pour cristalliser d'eux-mêmes après quelques jours.

» Il était dès lors évident que le sucre cristallisable de la miellée devait être un polyglucose donnant par l'hydrolyse des produits dextrogyres : pour le déterminer, il fallait isoler les cristaux de la masse qui les emprisonnait; on y a réussi par un essorage et une suite de cristallisations dans l'alcool : on a pu de cette manière recueillir 100$^{gr}$ d'une matière absolument blanche et pure qui s'est trouvée identique à la mélézitose de la manne de Perse et par conséquent au sucre découvert autrefois par M. Berthelot dans la manne du mélèze.

» En effet, le sucre de la miellée possède un pouvoir rotatoire dextrogyre égal à 88°,8, qui se réduit à 50° environ après l'hydrolyse complète; il donne lentement, par ébullition avec l'acétate de phénylhydrazine, un mélange de phényl-glucosazone ordinaire, très bien cristallisée, et de phényl-turanosazone gélatineuse, qui, d'après mes recherches antérieures, est absolument caractéristique de la biose qui se forme dans l'hydrolyse faible de la mélézitose; il fond exactement, sur le bloc, à la même température que la mélézitose de la manne du Turkestan, enfin ses dissolutions cristallisent rapidement au contact d'une amorce de mélézitose vraie, tandis qu'elles ne subissent aucune influence de la part des autres sucres.

» En même temps que la mélézitose, la miellée renferme un sucre réducteur, déjà signalé par M. Boussingault, et qui paraît être surtout formé de glucose ordinaire, car son pouvoir rotatoire ne change que fort peu

avec la température; enfin, on y trouve une matière gommeuse, que l'alcool précipite en partie sous la forme de flocons bruns.

» A cause de l'indétermination qu'entraîne la présence de ce dernier produit, il nous est impossible de fixer la composition quantitative du miellat, mais si l'on songe que $1^{kg}$ de sirop à 50 pour 100 nous a donné $100^{gr}$ de mélézitose cristallisée pure, nous ne croyons pas exagérer en estimant à près de 40 pour 100 la richesse du miellat brut en mélézitose. Il y aurait donc là une source nouvelle et parfois abondante de ce sucre intéressant, isomère de la raffinose, qui est encore aujourd'hui considéré comme relativement rare.

» En résumé, la miellée du tilleul est, par sa composition, comparable à la manne du mélèze étudiée par M. Berthelot, et à celle de l'*Alhagi camelorum*, où la présence de la mélézitose a été signalée pour la première fois par M. Villiers. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle grégarine terrestre des larves de Mélolonthides de Provence.* Note de M. **Louis Léger**.

« M. Aimé Schneider a signalé, dans le tube digestif des larves de *Rhizotrogus* du centre de la France, deux grégarines : une Clepsidrinide, *Euspora fallax* et une Actinocéphalide, *Actinocephalus stelliformis*. J'ai retrouvé dans les larves de Mélolonthides (*Melolontha, Rhizotrogus*) de la Provence l'*Euspora fallax* associé à un type nouveau d'Actinocéphalides, *Stictospora provincialis*, bien différent de l'*Actinocephalus stelliformis* et par la forme toute particulière de ses spores et par la structure de son appareil de fixation.

» Dans une même larve, on trouve fréquemment réunies les deux espèces de grégarines, *Euspora* et *Stictospora*, mais en nombre très inégal, ce qui est d'ailleurs la règle générale chez les invertébrés qui hébergent plusieurs espèces de grégarines, l'une d'elles prenant une extension considérable aux dépens des autres. Dans le cas actuel, c'est le plus souvent l'*Euspora* qui l'emporte; les *Stictospora*, qui atteignent des dimensions considérables, sont relativement peu nombreux et cantonnés plus particulièrement dans la portion antérieure du tube digestif.

» Les états jeunes ou céphalins de *Stictospora* sont rares, car la chute de l'épimérite a lieu de très bonne heure et à l'ouverture du tube digestif on ne rencontre plus que des individus libres ou sporadins; il faut alors

inspecter minutieusement les parois intestinales pour y découvrir les jeunes encore fixés par leur épimérite aux cellules épithéliales.

» Cet épimérite représente une petite tête globuleuse, déprimée au sommet et relevée d'une dizaine de côtes saillantes, hyalines, terminées à la base par un mucron divergent. Un col très court le relie au protomérite. Très caduc, cet épimérite se flétrit bientôt et ne tarde pas à tomber, tandis que la jeune grégarine devenue libre grossit et s'allonge jusqu'à atteindre une longueur de $1^{mm}$ à $2^{mm}$.

» L'épicyte est fortement strié longitudinalement; la couche musculoïde se distingue difficilement à cause de l'abondance des granulations entocytiques; quant au noyau, il est nettement ovalaire, avec une grande quantité de nucléoles sphériques renfermant chacun de nombreuses vacuoles.

» L'enkystement s'effectue normalement comme chez les autres polycystidées. Les kystes qui se rencontrent dans le cul-de-sac rectal de la larve sont sphériques, mesurant en moyenne $0^{mm},8$ de diamètre. Ils sont enveloppés d'une zone mucilagineuse épaisse et jaunâtre; leur paroi présente des bandes d'épaississement disposées en un réseau élégant à sa surface externe.

» La sporulation est très longue à s'effectuer; placé dans l'air humide, le kyste demande plus d'un mois pour atteindre sa complète maturité. Il est alors rempli de spores, sans qu'il se forme aucune espèce d'appareil de dissémination.

» Les spores sont donc mises en liberté par simple rupture de la paroi du kyste, et comme celle-ci est très résistante, la déhiscence naturelle ne se fait que fort tard, ce qui peut permettre aux spores ainsi protégées d'attendre le moment propice pour transmettre à une nouvelle génération de larves les germes du parasite qu'elles renferment.

» Ces spores sont tout à fait caractéristiques: au premier aspect, elles semblent simplement biconiques, mais il est facile de voir, après un examen attentif, que les pointes sont toujours déjetées d'un même côté du grand axe, en d'autres termes qu'elles sont légèrement incurvées, ce qui les rend symétriques par rapport à un axe faiblement curviligne, car leur coupe optique reste exactement circulaire. De plus, la paroi interne ou endospore est entièrement recouverte de petites papilles cylindriques, très nombreuses, et si rapprochées les unes des autres que cette enveloppe semble plutôt perforée d'une multitude de canalicules que réellement villeuse. Sous le microscope le sommet de chaque papille apparaît comme une petite tache circulaire, sombre ou claire suivant qu'on abaisse ou

qu'on élève l'objectif, de sorte que la spore présente aussi un aspect moucheté bien caractéristique (*Stictospora*). L'action des colorants rend cette structure plus apparente et permet, de plus, de déceler l'existence d'une épispore très mince, lisse, recouvrant le premier tégument et destinée sans doute à protéger, dans le kyste, chaque spore du contact de ses voisines.

» A l'intérieur des spores, les corpuscules falciformes apparaissent nettement avec leur rostre et leur noyau.

» La structure de l'appareil de fixation, le mode de déhiscence du kyste ainsi que la forme générale des spores ne permettent pas de placer la grégarine qui nous occupe ailleurs que dans la famille des Actinocéphalides; mais la forme de ses spores est particulièrement intéressante, car elle représente un type intermédiaire entre la spore biconique normale, caractéristique des Actinocéphalides, et la spore en croissant des Ménosporides. En effet, de même que l'on peut considérer cette dernière comme une spore cylindrique fortement incurvée sous l'influence d'une pression exercée perpendiculairement au grand axe ([1]), on peut regarder la spore du *Stictospora* comme une spore primitivement biconique également incurvée, mais faiblement, sous la même action.

» L'énergie évolutrice qui a présidé à ces deux modifications s'est ainsi effectuée de la même façon, mais avec une intensité différente.

» Quant à l'épimérite du *Stictospora*, la présence de côtes saillantes et mucronées le fait placer parmi les épimérites réguliers appendiculés, entre les genres *Corycella* et *Schneideria* dont il représente parfaitement une forme mixte.

» En somme, il résulte de l'étude morphologique des Grégarines dont les formes sont si nombreuses et si variées, que tous ces types se relient les uns aux autres par des modifications insensibles et constituent un groupe biologique dont tous les représentants forment une série parfaite, conduisant graduellement de la forme élémentaire coccidienne, la plus simple, à la forme polycystidée la plus compliquée. »

---

([1]) L. Léger, *Morphologie des Grégarines, Tablettes zoologiques*, vol. III.

BOTANIQUE. — *Sur le rôle des tissus secondaires à réserves des Monocotylédones arborescentes* (¹). Note de M. **H.-Jacob de Cordemoy**, présentée par M. Duchartre.

« Nombre d'auteurs ont étudié le mode d'accroissement diamétral des tiges aériennes et souterraines des Monocotylédones arborescentes. Mirbel (²), Karsten (³), Nägeli (⁴), Millardet (⁵), Wossidlo (⁶), Röseler (⁷), pour ne citer que les principaux, ont décrit la structure de l'appareil végétatif de la plupart de ces plantes.

» Mais toutes ces descriptions n'ont pour objet que de faire connaître l'origine et le développement du méristème secondaire, spécial à ce groupe de Monocotylédones, ainsi que la constitution anatomique du parenchyme et des faisceaux dérivant de l'activité de ce méristème.

» Les notions que nous possédons sur le rôle de ces formations secondaires si particulières sont fort restreintes. Les observateurs sont cependant d'accord pour admettre que le fonctionnement du méristème secondaire de quelques Liliacées arborescentes (*Dracæna*, *Cordyline*) donne naissance à un appareil de soutien pour la tige de ces végétaux, qui ont souvent une taille considérable. Ce sont ces tissus que, au point de vue de l'anatomie comparée, M. Mangin (⁸) a donnés comme représentant le

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(²) Mirbel, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le* Dracæna Draco (*Ann. Sc. nat., Bot.*, 3ᵉ série, t. III).

(³) Karsten, *Vegetations Organe der Palmen* (*Abhandlungen der König. Akad. zu Berlin*; 1847).

(⁴) Naegeli, *Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik* (Leipzig, 1858; Heft I).

(⁵) Millardet, *Sur l'anatomie et le développement du corps ligneux dans les genres* Yucca *et* Dracæna (*Mémoires de la Soc. des Sc. nat. de Cherbourg*, t. XI, 1865).

(⁶) Wossidlo, *Ueber den Bau und das Wachsthum der Drachenbaüme.* Breslau; 1868.

(⁷) Röseler, *Das Dickenwachsthum und die Entwickelungsgeschichte der secundären Gefässbündel bei den baumartigen Lilien* (*Jahrbücher für wissenchaftliche Botanik.* Berlin; 1889).

(⁸) L. Mangin, *Origine et insertion des racines adventives chez les Monocotylédones* (*Ann. Sc. nat., Bot.*, 6ᵉ série, t. XIV).

réseau radicifère qu'il a décrit dans les Monocotylédones à accroissement limité.

» Si l'on examine, au point de vue anatomique, l'appareil végétatif des Monocotylédones à formations secondaires, on voit que deux cas peuvent se présenter : 1° La zone cellulaire d'origine secondaire qui enveloppe le corps central se lignifie (*Dracæna*, *Cordyline*). A ces genres, chez lesquels le fait a déjà été signalé, j'ajoute le *Lomatophyllum*. 2° Les cellules des tissus secondaires conservent leurs membranes minces et constituent un parenchyme mou.

» Dans le premier cas, le rôle de soutien est incontestable. Dans le second cas, une fonction spéciale importante est dévolue à cette couche d'épaississement. L'examen de quelques espèces m'en fournit la preuve :

» 1° *Cohnia flabelliformis* (1). — Cette Dracænée possède une souche arrondie plus ou moins volumineuse, munie de racines adventives, et d'où partent des tiges mesurant chacune $1^{cm},5$ à $2^{cm}$ de diamètre. Cette souche est formée presque tout entière de tissu paranchymateux secondaire *non lignifié*, très développé et contenant de nombreux faisceaux. Les cellules à membrane mince de ce parenchyme renferment, en quantité considérable, des gouttelettes d'huile grasse, faciles à mettre en évidence par l'action de la teinture d'orcanette acétique qui les colore en rouge vif. Cette nature des réserves du *Cohnia* est assez remarquable, car il est rare de trouver des huiles accumulées en si grande quantité dans les rhizomes. J'ai pu m'assurer que la plante, arrachée depuis plus de deux mois de l'humus où elle croissait naturellement, dans les forêts sombres et humides de l'île de la Réunion, continuait, après son arrivée à Paris, sans avoir été replantée, à produire des bourgeons adventifs qui se développaient admirablement. Ces bourgeons végétaient aux dépens de la substance huileuse mise en réserve dans les tissus secondaires du rhizome.

» 2° *Yucca gloriosa*. — Dans cette plante, la couche parenchymateuse secondaire est également formée d'éléments à parois minces et parcourue par des faisceaux. Elle est notablement moins développée dans la tige aérienne que dans le rhizome, où elle se remplit d'un principe sucré précipitant nettement la liqueur cupropotassique.

» 3° *Dioscorea satira*. — Cette espèce présente une épaisse zone secondaire qui forme la masse principale du rhizome, comme de Bary (2) l'a reconnu pour d'autres Dioscoréacées. Les cellules demeurent à membrane mince et se remplissent d'amidon. Il en est de même chez le *Tamus*.

» Quant aux faisceaux secondaires, sans relation, comme on sait, avec les feuilles et qui prennent naissance dans le parenchyme secondaire, ils

(1) H. Jacob de Cordemoy, *Une Liliacée exotique peu connue* (*Rev. gén. de Botanique*, t. IV, p. 369).

(2) De Bary, *Vergleichende Anatomie*, p. 640.

servent vraisemblablement à transporter vers les points où elles sont nécessaires, les substances utilisables par la plante. Chez les *Dioscorea*, par exemple, on voit, en effet, les grains amylacés entourer les faisceaux et former autour d'eux une couche compacte; à la reprise de la végétation, cet amidon se transforme; il se colore en rouge violacé par l'iode, les grains les plus voisins des faisceaux sont plus petits que les autres et semblent comme digérés.

» Ces faits m'amènent à formuler les conclusions suivantes :

» *Tandis que chez certaines Monocotylédones à formations secondaires, les tissus d'épaississement se lignifient et jouent un rôle de soutien* (Dracæna, Cordyline, Lomatophyllum), *ces mêmes tissus ont, chez d'autres, un rôle tout différent. Tout en prenant un grand développement, ils demeurent à parois minces et se remplissent de substances de réserve. On y trouve tantôt des sucres* (Yucca), *tantôt de l'amidon* (Dioscorea, Tamus), *tantôt des huiles grasses* (Cohnia). »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 10 juillet 1893.

*La route du Tchad. Du Loango au Chari*, par Jean Dybowski. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Examen sommaire des boissons falsifiées*, par Alex. Hébert. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

*Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert Ier, *prince souverain de Monaco*, publiés sous sa direction, avec le concours du baron Jules de Guerne, chargé des travaux zoologiques à bord. Fascicule VI : *Contribution à l'étude des Holothuries de l'Atlantique nord*, par E. von

Marenzeller. Imprimerie de Monaco, 1893; 1 fasc. gr. in-4°. (Présenté par le Prince de Monaco.)

*Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie.* Tome III, fascicule IV. Paris, Baudry et Cie, 1893; 1 fasc. gr. in-4°.

*De la méthode homœo-organo-dynamique et dynamogénique du professeur Brown-Séquard dans la sénilité, la faiblesse générale, l'impuissance, les maladies chroniques et les affections réputées incurables,* par le Dr Flasschœn, de la Faculté de Médecine de Paris. Paris, Baillière et fils, 1893; 1 vol. in-16.

*Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie.* Comptes rendus des séances de l'année 1892. Cracovie, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Lexicon hispano-guaranicum,* « Vocabulario de la lengua Guarani », *inscriptum a reverendo Patre jesuita* Paulo Restivo ed Dr C.-F. Seybold. Stuttgardiæ, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam,* herausgegeben von Director H.-C. Vogel. Achter Band. Potsdam, 1893; 1 vol. in-4°.

*Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.* Neunundfünfzigster Band. Wien, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Naczynia Limfatyczne W. Sloniowacinie (Elephantiasis Arabum)* zbadal I-opisal Ludwik Teichmann. Krakow, 1892; 1 fasc. in-4° et atlas.

*Archaeologicky Vyzkum ve stredmich cechach.* Dr I.-L. Pic. V. Praze, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 17 JUILLET 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Sarrau** fait hommage à l'Académie des deux Ouvrages suivants :

1° « Introduction à la théorie des explosifs » (1). Ce travail, qui a été publié dans le *Mémorial des Poudres et Salpêtres,* résume les notions de Mécanique, de Thermodynamique et de Thermochimie qui semblent nécessaires pour une étude complète des explosifs. Cet exposé représente, dans son état actuel, une partie des leçons professées à l'École d'application des Poudres et Salpêtres.

2° « Cours d'Artillerie »; 2e Partie, 1re et 2e Sections : Poudres de guerre, Balistique intérieure (2). Cet Ouvrage est le résumé de leçons professées

---

(1) Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893.

(2) Lithographie de l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, janvier 1893.

(1892-1893) à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, conformément à une décision spéciale de M. le Ministre de la Guerre.

ASTRONOMIE. — *Sur la découverte de la comète b 1893.* Note de M. F. **Tisserand.**

« Le 10 juillet dernier au matin, j'ai reçu un télégramme de M. Quénisset, attaché à l'observatoire de Juvisy, m'annonçant qu'il avait découvert la veille, le 9 juillet au soir, une belle comète, visible à l'œil nu, dont il donnait les coordonnées approchées. Je transmis aussitôt un télégramme à la station centrale de Kiel. Le lendemain, 11 juillet, arrivait un télégramme de Kiel, annonçant que la comète avait été vue le 8 juillet à Utah (États-Unis), par M. Rordame.

» Il est donc certain que M. Rordame a découvert la comète, mais que M. Quénisset l'a signalée le premier. Peut-être conviendrait-il de l'appeler *comète Rordame-Quénisset;* il y a déjà des précédents analogues. »

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Expression de la résistance opposée par chaque molécule pondérable au mouvement vibratoire de l'éther ambiant;* par M. J. **Boussinesq.**

« Il va sans dire que ces formules ([2]) se simplifient beaucoup quand le corps offre soit des plans de symétrie de contexture, soit des axes d'isotropie. Si, par exemple, la contexture est symétrique par rapport aux plans coordonnés, il suffira que le déplacement $(\xi, \eta, \zeta)$ se trouve dans l'un des trois plans de symétrie se croisant en $(x, y, z)$ parallèlement à ceux-là, pour que la force $(M_x, M_y, M_z)$ y soit elle-même contenue; et l'annulation ou de $\xi$, ou de $\eta$, ou de $\zeta$, entraînera celle ou de $M_x$, ou de $M_y$, ou de $M_z$. Donc les six coefficients autres que a, b, c s'annuleront. Mais lorsqu'il n'y a qu'un plan de symétrie, celui des $xy$ par exemple, le changement de $\zeta$ en $-\zeta$ transformant $M_z$ en $-M_z$, sans modifier $M_x$ ni $M_y$, les quatre coefficients d, e, d', e' s'annulent seuls ([1]).

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 80. — Vers le bas de la p. 82, ligne 3 en remontant, après les mots « ne pesant pas », ajouter « (du moins au voisinage ou sous l'action des corps qui nous sont accessibles) ».

([2]) Si l'axe des $z$ est un axe d'isotropie, une rotation quelconque des axes des $x$ et

» Enfin, nous écrirons les troisièmes forces $-\Sigma R_x$, $-\Sigma R_y$, $-\Sigma R_z$, où les signes de sommation $\Sigma$ s'étendront aux résistances locales des diverses molécules comprises dans le volume $\varpi$.

» En faisant passer ces trois sommes $\Sigma$ dans les premiers membres des relations obtenues et divisant par $\varpi$, il viendra les trois équations cherchées des petits mouvements de l'éther, sous la forme provisoire

$$(2)\quad \rho\frac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dt^2}+\frac{1}{\varpi}\Sigma(R_x,R_y,R_z)=(\lambda+\mu)\frac{d\theta}{d(x,y,z)}+\mu\,\Delta_2(\xi,\eta,\zeta)+(M_x,M_y,M_z).$$

» Les petites parties $M_x$, $M_y$, $M_z$ des seconds membres, proportionnelles aux déplacements respectifs $\xi$, $\eta$, $\zeta$ dans les milieux isotropes ou seulement symétriques, seront précisément les termes, dits *de Briot*, dont il s'agissait ici de justifier l'introduction.

» I. Mais il nous reste à évaluer la résistance $(R_x, R_y, R_z)$ exercée par chaque molécule pondérable sur l'éther voisin qu'elle oblige à se diviser. Un seul des phénomènes qui nous sont familiers ressemble à celui-là et peut nous y servir de type pour arriver à des expressions vraisemblables de $R_x$, $R_y$, $R_z$; c'est le mouvement varié d'une masse liquide indéfinie, entourant un obstacle fixe, et à laquelle une cause extérieure imprime une accélération commune (X, Y, Z) fonction donnée du temps $t$.

» En appelant $\rho$ la densité constante de ce fluide, $p$ sa pression, nulle (à une constante arbitraire près) aux grandes distances de l'obstacle, là où le fluide obéit *en bloc* à la cause extérieure, enfin $u$, $v$, $w$ les composantes de sa vitesse et $u'$, $v'$, $w'$ celles de son accélération, ses équations de mouvement seront

$$(3)\quad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{d(x,y,z)}=(X,Y,Z)-(u',v',w'),\qquad \frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0,$$

avec les deux conditions définies suivantes, où $k$ désigne la racine cubique

---

des $y$ autour de celui des $z$ ne changera rien aux formules (1). Or, en prenant cette rotation de 180°, $\zeta$, $M_z$ restent les mêmes, tandis que $\xi$, $\eta$, $M_x$, $M_y$ changent de signes : on aura donc encore $(d, e, d', e') = 0$. Mais, de plus, une rotation de 90° transformant $\eta$ en $\xi$, $\xi$ en $-\eta$, $M_y$ en $M_x$, $M_x$ en $-M_y$, il viendra $b = a$, $f' = -f$. Et si enfin l'isotropie admise implique le droit de renverser le sens des $z$, pourvu que l'on permute en même temps $x$ et $y$, les changements de $\xi$ en $\eta$ et de $\eta$ en $\xi$ devront transformer $M_x$ en $M_y$ et $M_y$ en $M_x$; de sorte qu'il viendra $f = 0$. Quoi qu'il en soit, l'existence d'un second axe d'isotropie, celui des $x$ par exemple, entraînera évidemment l'annulation de f et l'égalité mutuelle des trois coefficients, seuls subsistants, a, b, c.

du volume de l'obstacle et $f\left(\frac{x}{k}, \frac{y}{k}, \frac{z}{k}\right) = 0$ l'équation de sa surface $\sigma$,

$$(4) \qquad \begin{cases} p = 0 \text{ (aux distances infinies de l'obstacle)}, \\ u\dfrac{df}{dx} + v\dfrac{df}{dy} + w\dfrac{df}{dz} = 0 \quad \text{pour} \quad f\left(\dfrac{x}{k}, \dfrac{y}{k}, \dfrac{z}{k}\right) = 0. \end{cases}$$

» Il nous faut supposer les trois premières relations (3) réductibles, en $u$, $v$, $w$, à la forme linéaire, ou les accélérations $u'$, $v'$, $w'$ égales très sensiblement aux dérivées de $u$, $v$, $w$ *sur place*, $\frac{d(u, v, w)}{dt}$; car, si les dérivées de $u$, $v$, $w$ en $x$, $y$, $z$ étaient trop grandes pour permettre cette réduction, il se produirait, à l'aval de l'obstacle, des tourbillonnements de nature à y exagérer les frottements et à mettre en défaut nos équations de fluidité *parfaite*, c'est-à-dire précisément les trois premières (3). Donc la dernière (3) et la seconde condition (4), différentiées en $t$, contiendront simplement $u'$, $v'$, $w'$ au lieu de $u$, $v$, $w$; et, en y remplaçant $u'$, $v'$, $w'$, par leurs valeurs tirées des trois premières (3), puis tenant compte de la première (4), il viendra, pour régir la pression $p$, d'une part, l'équation indéfinie $\Delta_2 p = 0$, d'autre part, les deux conditions définies $p = 0$ (aux distances infinies de l'origine) et

$$(5) \quad \frac{df}{dx}\frac{dp}{dx} + \frac{df}{dy}\frac{dp}{dy} + \frac{df}{dz}\frac{dp}{dz} = \rho\left(\frac{df}{dx}X + \frac{df}{dy}Y + \frac{df}{dz}Z\right) \quad \text{pour} \quad f\left(\frac{x}{k}, \frac{y}{k}, \frac{z}{k}\right) = 0.$$

» Or on sait que ce système de relations linéaires détermine $p$ dans tout le fluide.

» Pour obtenir la forme générale de cette fonction, décomposons la solution en trois, dans chacune desquelles l'une des composantes X, Y, Z de l'accélération imprimée à l'ensemble du liquide prendra seule sa vraie valeur, les deux autres étant nulles.

» Considérons, par exemple, la solution partielle correspondant à X, ou pour laquelle on a $Y = 0$, $Z = 0$. Appelons, d'ailleurs, $(x', y', z')$ le point homologue de $(x, y, z)$, dans un fluide idéal, de densité 1, qui serait animé, suivant les $x$, d'une accélération $X = 1$, sauf autour d'un obstacle fixe de volume $k^3 = 1$, ayant l'équation $f(x', y', z') = 0$.

» Alors, vu les formules $\frac{(x, y, z)}{k} = (x', y', z')$, les équations qui déterminent $p$, divisées par $\rho X$ et par des puissances convenables du rapport

de similitude $k$, pourront aisément s'écrire

$$(6)\quad \begin{cases} \left(\frac{d^2}{dx'^2}+\frac{d^2}{dy'^2}+\frac{d^2}{dz'^2}\right)\frac{p}{\rho k X}=0 \text{ (partout)}, \quad \frac{p}{\rho k X}=0 \text{ (aux distances infinies de l'origine)}, \\ \left(\frac{df}{dx'}\frac{d}{dx'}+\frac{df}{dy'}\frac{d}{dy'}+\frac{df}{dz'}\frac{d}{dz'}\right)\frac{p}{\rho k X}=\frac{df}{dx'} \quad \text{pour} \quad f(x',y',z')=0. \end{cases}$$

» Ces équations en $\frac{p}{\rho k X}$ étant identiques à celles qui régissent la pression dans le fluide idéal, où $p$ est évidemment une certaine fonction F de $x', y', z'$, on aura, dans le fluide proposé, comme formule générale de $p$ pour tous les cas d'obstacles semblables,

$$(7)\qquad p=\rho k X \, F\left(\frac{x}{k}, \frac{y}{k}, \frac{z}{k}\right).$$

» Sur un élément superficiel $d\sigma$ de l'obstacle réel, les trois composantes de la pression recevront donc, par unité d'aire, leurs valeurs relatives à l'élément homologue de l'obstacle idéal, multipliées par $\rho k X$ : ce qui leur fera prendre, sur l'aire *effective* $d\sigma$, leurs valeurs pour l'aire homologue de l'obstacle idéal, multipliées par $\rho k X$ et par le carré $k^2$ du rapport de similitude. Par suite, sur l'obstacle tout entier, la pression du fluide aura ses composantes $R_x$, $R_y$, $R_z$, suivant les axes, égales à leurs valeurs sur l'obstacle idéal, que j'appellerai respectivement $a$, $f'$, $e$, multipliées encore par le facteur commun $\rho k^3 X$, *force motrice que la cause extérieure ou générale sollicitant le liquide développerait sur la masse fluide* $\rho k^3$ *déplacée par l'obstacle, si celui-ci n'existait pas.*

» Appelons de même $f$, $b$, $d'$, par unité de la force motrice analogue *mais dirigée suivant l'axe des* $y$, les composantes de la pression que supporte l'obstacle; enfin, $e'$, $d$, $c$, encore ces composantes par unité de la force motrice, *mais quand celle-ci est* $\rho k^3 Z$; et, en observant que $m$ désignera très bien la masse $\rho k^3$ du liquide déplacé par l'obstacle, puis (vu la forme linéaire des équations) superposant simplement les trois systèmes de pressions, il viendra les formules générales cherchées de la *poussée dynamique* ($R_x$, $R_y$, $R_z$) exercée sur l'obstacle par le fluide ou (en changeant les signes) de la résistance égale et contraire opposée au fluide :

$$(8)\qquad \begin{cases} R_x = m(aX + fY + e'Z), \\ R_y = m(bY + dZ + f'X), \\ R_z = m(cZ + eX + d'Y). \end{cases}$$

» Les neuf coefficients $a$, $b$, $c$, $d$, $e$, $f$, $d'$, $e'$, $f'$ y sont uniquement fonctions de la forme de l'obstacle et de son orientation. Plusieurs d'entre eux, comme dans les formules (1), pourront être nuls si cette forme a des plans ou des axes de symétrie. Quand il y a, par exemple, trois plans de symétrie parallèles aux plans coordonnés, $R_x$, $R_y$, $R_z$ changent de signe avec X, ou Y, ou Z, et il ne subsiste que les trois coefficients $a$, $b$, $c$ [1].

» II. A la vérité, l'éther qui vibre lumineusement en contournant une molécule pondérable doit différer beaucoup d'un fluide parfait; car son retour auprès de la molécule est trop fréquent pour que son isotropie sans cesse troublée ait le temps de se rétablir. Il doit donc s'y comporter plutôt comme un solide qui serait sans cesse rompu et sans cesse se ressouderait; ce qui est de nature à accroître extrêmement la résistance opposée par la molécule. Mais le fait que, dans le cas d'un liquide, cette résistance dépend bien plus de l'accélération (X, Y, Z) du fluide ambiant que de sa vitesse, montre qu'il faut y attribuer, en général, un rôle important aux accélérations. Or cela conduit à faire dépendre ici $R_x$, $R_y$, $R_z$, au moins dans

(1) Dans le cas simple d'un obstacle sphérique de rayon R, on reconnaît aisément, en appelant $r$ la distance du point quelconque $(x, y, z)$ à son centre pris pour origine, que la formule (7) se réduit à

$$(7\ bis)\qquad p = \frac{\rho X R^3}{2}\frac{d\frac{1}{r}}{dx} = -\frac{\rho X R^3}{2}\frac{x}{r^3};$$

car l'équation (5) peut alors s'écrire $x\frac{dp}{dx} + y\frac{dp}{dy} + z\frac{dp}{dz} = \rho X x$, ou bien [en appliquant le théorème d'Euler à la fonction homogène (7 *bis*), de degré $-2$] $-2p = \rho X x$, égalité que cette expression (7 *bis*) de $p$ vérifie en effet pour $r = R$. Or la pression (7 *bis*), spécifiée ainsi pour $r = R$ ou pour la surface $\sigma$ de l'obstacle, puis multipliée par une zone élémentaire $2\pi R\, dx$ de celui-ci, décrite autour de l'axe des $x$, et aussi par le cosinus $-\frac{x}{R}$, pour en effectuer la projection sur cet axe de symétrie, enfin intégrée dans toute l'étendue de $\sigma$, depuis $x = -R$ jusqu'à $x = +R$, donne, comme poussée dynamique totale $R_x$ du fluide sur l'obstacle, $\frac{2}{3}\pi R^3 \rho X$ ou $\frac{1}{2} m X$. On a donc évidemment

$$a = b = c = \frac{1}{2}.$$

C'est juste le coefficient définissant, dans le cas d'une sphère qui se meut au sein d'un liquide, la grandeur relative totale des *poupe* et *proue fluides* de Du Buat entraînées par le solide ou qui accroissent fictivement sa masse. Il ne pouvait qu'en être ainsi, notre résistance ($R_x$, $R_y$, $R_z$) provenant d'un mouvement relatif, entre particules contiguës, comme celui qui a lieu quand un solide oscille dans un fluide.

une première étude, des accélérations seules; car le nombre énorme de vibrations par seconde, en rendant très rapides les changements de phase, élève, en quelque sorte, l'ordre de grandeur des accélérations, comparativement à celui des vitesses. Celles-ci, toutes choses égales d'ailleurs, se trouvent dès lors masquées dans $R_x$, $R_y$, $R_z$; et l'on conçoit très bien qu'elles n'y acquièrent un rôle sensible que lorsqu'il s'agit d'étudier des phénomènes de *seconde* approximation, comme est, par exemple, l'*absorption* (*sauf* à l'intérieur de corps très *opaques* ou *athermanes*).

» On est donc conduit à prendre, pour les composantes $R_x$, $R_y$, $R_z$ de la résistance locale de chaque molécule pondérable au mouvement vibratoire de l'éther, des fonctions linéaires des accélérations de cet éther luimême, mais avec des coefficients A, B, C, D, E, F, D', E', F' très supérieurs à ce que sont les produits *ma*, *mb*, *mc*, *md*, *me*, *mf*, *md'*, *me'*, *mf'* dans les formules (8). Et il vient ainsi les expressions suivantes de $R_x$, $R_y$, $R_z$, pour rendre complètement explicites en $\xi$, $\eta$, $\zeta$ les équations (2) du mouvement de l'éther :

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} R_x &= A\frac{d^2\xi}{dt^2} + F\frac{d^2\eta}{dt^2} + E'\frac{d^2\zeta}{dt^2},\\ R_y &= B\frac{d^2\eta}{dt^2} + D\frac{d^2\zeta}{dt^2} + F'\frac{d^2\xi}{dt^2},\\ R_z &= C\frac{d^2\zeta}{dt^2} + E\frac{d^2\xi}{dt^2} + D'\frac{d^2\eta}{dt^2}.\end{aligned}\right.$$

» On voit que, par exemple, dans le cas simple de molécules pondérables à plans rectangulaires de symétrie orientés suivant les plans coordonnés, cas où les six coefficients D, E, F, D', E', F' sont nuls, *chaque molécule pondérable ne fait qu'accroître fictivement la masse de l'éther ambiant, comme l'avait peut-être entrevu Fresnel, d'une quantité* A, *ou* B, *ou* C, *déterminée pour les mouvements qui s'effectuent suivant chaque axe.*

» Il est évident que si les accélérations vibratoires de la matière pondérable n'entrent pas dans les formules (9), c'est uniquement parce qu'elles sont négligeables devant celles de l'éther : sans quoi elles s'y trouveraient retranchées de celles-ci. Il ne peut, en effet, y avoir de résistance réciproque entre chaque molécule et l'éther *environnant*, dans leur mouvement vibratoire, qu'autant que ce mouvement n'y est pas pareil, savoir, à raison de la *différence de leurs déplacements* suivant chaque axe, considérée sinon en elle-même, du moins dans sa dérivée seconde par rapport au temps. Donc, quand le corps que l'on étudie sera non plus fixe, mais animé d'une translation rapide, de manière à être *battu* par un éther *toujours nou-*

*veau,* cette dérivée seconde par rapport au temps devra se prendre *non pas sur place, mais en suivant la molécule à travers l'éther :* ce qui reviendra à substituer dans les formules (9), aux accélérations vibratoires $\frac{d^2(\xi, \eta, \zeta)}{dt^2}$, des dérivées secondes *complètes* de $\xi$, $\eta$, $\zeta$, où le symbole $\frac{d}{dt}$ sera remplacé par

$$\frac{d}{dt} + V_x \frac{d}{dx} + V_y \frac{d}{dy} + V_z \frac{d}{dz},$$

$V_x$, $V_y$, $V_z$ désignant les trois composantes, suivant les $x$, $y$, $z$, de la vitesse de translation du corps.

» Ainsi s'expliqueront les phénomènes *d'entraînement des ondes lumineuses,* tels que les a fait connaître, par exemple, la célèbre expérience de M. Fizeau. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation d'un théorème d'Euler relatif aux polyèdres.* Note de M. H. POINCARÉ.

« On sait qu'Euler a démontré que, dans un polyèdre convexe, le nombre des sommets, plus celui des faces, moins celui des arêtes, est égal à 2; si donc on désigne par $\alpha_0$, $\alpha_2$ et $\alpha_1$ ces trois nombres, on aura

$$\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 2.$$

» Ce résultat s'étend à tous les polyèdres simplement connexes; on sait que si l'ordre de connexion est égal à $P_1$, la formule doit s'écrire

$$\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 = 3 - P_1.$$

» Il peut être intéressant, au point de vue de l'*Analysis situs* et de ses applications, de voir ce que devient ce théorème pour un polyèdre situé dans l'espace à plus de trois dimensions. Considérons donc un polyèdre situé dans l'espace à $n+1$ dimensions, et soit $\alpha_0$ le nombre des sommets, $\alpha_1$ le nombre des arêtes, c'est-à-dire des éléments à une dimension, $\alpha_2$ celui des éléments à deux dimensions, etc.; et enfin $\alpha_n$ celui des éléments à $n$ dimensions. On trouve aisément

$$\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 - \alpha_3 + \ldots \pm \alpha_n = \text{const.}$$

» Mais, ce qu'il y a de remarquable, c'est que la constante du second

membre dépend de l'ordre de connexion si $n$ est pair, et qu'elle est toujours nulle si $n$ est impair.

» On peut s'en rendre compte de diverses manières; par exemple si nous désignons par

$$P_1, \quad P_2, \quad \ldots, \quad P_{n-1}$$

les ordres de connexion du polyèdre définis par Riemann et Betti, on voit qu'on a

$$\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 - \ldots + \alpha_n = 3 - P_1 + P_2 - \ldots - P_{n-1},$$

si $n$ est pair et

$$\alpha_0 - \alpha_1 + \alpha_2 - \ldots - \alpha_n = - P_1 + P_2 - \ldots + P_{n-1},$$

si $n$ est impair.

» Comme les nombres de Betti $P_q$ et $P_{n-q}$ sont égaux, on voit que, dans le second cas, le second membre est nul, ainsi que je l'avais annoncé.

» Ces résultats supposent que tous les éléments du polyèdre sont simplement connexes. S'il n'en était pas ainsi, on serait conduit à une formule analogue, mais plus compliquée. »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la résistance de l'air et de divers gaz au mouvement des corps;* par MM. **L. Cailletet** et **E. Colardeau.**

« Dans une Note précédente [1], nous avons exposé les recherches que nous avons entreprises à la Tour Eiffel pour étudier la résistance opposée par l'air au mouvement des corps. La pression de l'atmosphère étant variable d'un instant à l'autre, et cette variation de pression amenant des modifications correspondantes dans la résistance à étudier, nous avons dû nous en préoccuper pour rendre les observations comparables entre elles.

» Nous avons donc entrepris une série particulière d'expériences dans ce sens. Les appareils employés se prêtant à quelques recherches complémentaires sur le même sujet, nous avons étudié les points suivants :

» 1° La loi qui relie la résistance de l'air à la vitesse du mobile reste-t-elle la même pour des pressions notablement différentes de celles de l'atmosphère?

[1] *Comptes rendus,* juillet 1892.

» 2° Quelle est la loi qui relie cette résistance à la pression du gaz?

» 3° Quelle est l'influence de la nature du gaz?

» La nécessité d'opérer en vase clos pour pouvoir faire varier les pressions dans de larges limites a dû nous faire renoncer à l'emploi du mouvement rectiligne pour les corps étudiés, malgré les avantages qu'il présente. Nous avons alors utilisé le mouvement circulaire, à l'aide de l'appareil suivant.

» Un axe de rotation est muni d'une large palette aussi bien équilibrée que possible. Elle est mise en mouvement par un poids moteur suspendu à un fil enroulé sur l'axe. Ce poids a la forme d'une boîte cylindrique ouverte à sa partie supérieure. Un contact électrique relié à une sonnette placée à l'extérieur du récipient à gaz comprimé permet de compter le nombre de tours effectué dans un temps donné et, par suite, la vitesse moyenne de la palette. Le tout est placé dans un vaste et solide récipient de tôle, d'une capacité de $300^{lit}$ environ. Une pompe de compression permet d'accumuler dans ce récipient de l'air ou un autre gaz sous une pression pouvant atteindre rapidement $8^{atm}$ à $10^{atm}$. Un robinet double, avec réservoir intermédiaire, analogue aux graisseurs des pistons de machines à vapeur, permet d'introduire une quantité connue de grenaille de plomb dans la cavité cylindrique du poids moteur pendant que l'appareil est sous pression. Enfin une clef, manœuvrée de l'extérieur à travers une boîte à cuirs, permet de remonter le poids aussi souvent qu'on le désire, sans perte de gaz comprimé (¹).

» Quand l'appareil qui vient d'être décrit est abandonné à lui-même, le mouvement de la palette devient uniforme dès que la résistance du milieu où elle se meut fait équilibre à l'action du poids moteur. Ces deux quantités, poids moteur et résistance du milieu, sont donc proportionnelles l'une à l'autre quand le mouvement est devenu uniforme.

» I. *Étude de la résistance en fonction de la vitesse sous des pressions supérieures à celle de l'atmosphère.* — L'appareil est mis en mouvement à l'aide de poids moteurs différents $M_1$, $M_2$, $M_3$, .... On évalue les vitesses $V_1$, $V_2$, $V_3$, ... communiquées par chacun d'eux à la palette. En portant

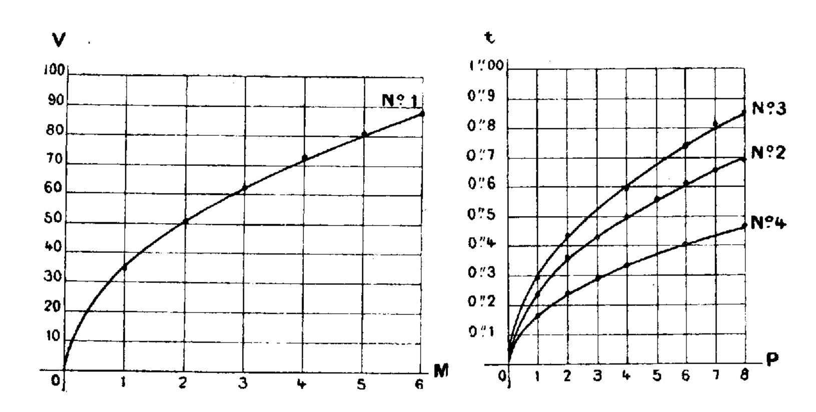
---

(¹) Nous devons ces divers appareils, ainsi que la force motrice et les accessoires utiles à nos expériences, à l'extrême obligeance de MM. Rouart frères et Cie qui ont généreusement mis à notre disposition toutes les ressources de leurs importants ateliers. Nous avons trouvé là toutes les facilités nécessaires à l'exécution de notre travail, et nous ne saurions trop leur en témoigner notre reconnaissance.

en ordonnées les vitesses et en abscisses les poids moteurs, on obtient une courbe parabolique, ainsi que le montre la figure (n° 1) ci-jointe qui résume une de nos expériences faites avec l'air. La courbe dessinée sur cette figure est la parabole d'équation

$$V^2 = 0,128 M,$$

la constante 0,128 étant la moyenne des valeurs très peu différentes du rapport $\frac{V^2}{M}$ correspondant à chaque expérience partielle.




» Avec d'autres gaz (acide carbonique et gaz d'éclairage) et sous diverses pressions, on obtient des résultats analogues. Comme les résistances R opposées par le milieu sont proportionnelles aux poids moteurs, ainsi qu'on l'a expliqué plus haut, ces résultats expriment que :

» *La résistance opposée par un gaz comprimé, au mouvement d'un plan, est proportionnelle au carré de la vitesse de ce plan.*

» II. *Recherche de la loi qui relie la résistance à la pression dans un gaz donné et pour une vitesse donnée du corps en mouvement.* — On donne à la pression des valeurs croissantes en laissant le poids moteur constant. A mesure que la pression s'élève, la vitesse de la palette diminue. L'expérience montre que cette vitesse devient 2, 3, 4, ..., $n$ fois plus petite quand on produit dans le récipient des pressions 4, 9, 16, ..., $n^2$ fois plus grandes. Par suite, d'après la loi du carré de la vitesse qui vient d'être établie, pour maintenir la vitesse constante malgré l'augmentation de pression, il faudrait des poids moteurs eux-mêmes 4, 9, 16, ..., $n^2$ fois plus forts. En d'autres termes, les poids moteurs qui maintiendraient con-

stante la vitesse de rotation de la palette sont proportionnels aux pressions du gaz dans le récipient. Donc :

» *La résistance opposée par un gaz comprimé au mouvement d'un plan animé d'une vitesse donnée est proportionnelle à la pression de ce gaz.*

» La courbe n° 2 montre avec quel degré d'exactitude cette loi se vérifie pour l'air entre $1^{atm}$ et $8^{atm}$. Cette courbe a été obtenue en portant en abscisses les pressions P de l'air et, en ordonnées, les durées correspondantes d'un tour de la palette. La ligne tracée est la parabole d'équation

$$t^2 = 0,0616\,P,$$

le coefficient 0,0616 étant la moyenne des valeurs $\frac{t^2}{P}$ réalisées dans chaque expérience partielle. Les points particuliers correspondant à chacune de ces expériences suivent, comme on le voit, régulièrement cette ligne. Les pressions sont donc bien proportionnelles aux carrés des durées de chaque tour de la palette, c'est-à-dire inversement proportionnelles aux carrés des vitesses de cette palette, ce qui entraîne la loi énoncée plus haut.

» Les courbes n° 3 et n° 4 se rapportent aux mêmes expériences faites avec le gaz carbonique et le gaz d'éclairage. Leurs équations sont respectivement

$$t^2 = 0,0912\,P \qquad (\text{n}^\circ\ 3,\ \text{acide carbonique}),$$
$$t^2 = 0,0274\,P \qquad (\text{n}^\circ\ 4,\ \text{gaz d'éclairage}).$$

» Ces courbes 2, 3, 4 ont d'ailleurs été obtenues avec la même palette et le même poids moteur.

» III. *Influence de la nature du gaz.* — Considérons les courbes 2 et 3 relatives à l'air et à l'acide carbonique. Prenons sur ces courbes deux points ayant même ordonnée, c'est-à-dire correspondant à une même vitesse de la palette. Les abscisses de ces points représentent les pressions respectives sous lesquelles l'air et le gaz carbonique opposent la même résistance au mouvement du plan. En vertu de la loi de proportionnalité entre la résistance et la pression qui vient d'être établie (§ II), on peut dire que ces abscisses représentent les résistances que l'acide carbonique et l'air opposent, sous la même pression, à un même corps en mouvement. Le rapport de ces abscisses est constant : c'est précisément celui des paramètres des deux paraboles, c'est-à-dire

$$\frac{0,0912}{0,0616} = 1,48.$$

» En comparant les courbes 2 et 4, on obtient de même le nombre

$$\frac{0,0274}{0,0616} = 0,44$$

pour le rapport des résistances opposées par le gaz d'éclairage et l'air à un même corps en mouvement.

» Comparons ces deux nombres 1,48 et 0,44 aux densités du gaz carbonique et du gaz d'éclairage. Le premier est un peu plus faible que la densité 1,52 admise pour l'acide carbonique. Remarquons toutefois que, à cause de la grande quantité de gaz nécessaire pour ces recherches, nous avons employé l'acide carbonique liquide industriel qui renferme toujours quelques centièmes d'air, ce qui ramène sa densité à une valeur voisine de 1,48.

» Quant au gaz d'éclairage, sa densité est un peu variable suivant les échantillons. Les divers auteurs que nous avons consultés donnent des nombres compris entre 0,40 et 0,45, dont la moyenne est 0,425, également voisine de 0,44.

» Ces résultats nous conduisent donc à admettre que :

» *La résistance opposée par un gaz sous une pression donnée à un corps en mouvement est proportionnelle à la densité de ce gaz.*

» Les trois lois précédentes sont résumées par la formule

$$R = K.S.D.P.V^2$$

dans laquelle K désigne une constante, S la surface du plan, D la densité du gaz, P sa pression, V la vitesse du corps et R la résistance qu'il éprouve.

» Dans le cas du mouvement rectiligne normal à la direction du plan, notre première série d'expériences à la tour Eiffel nous avait conduits à attribuer au coefficient K la valeur 0,07 si l'on exprime R en kilogrammes, S en mètres carrés, P en atmosphères et V en mètres par seconde. Dans une deuxième série d'expériences plus complètes exécutées cette année, nous nous sommes assurés que ce coefficient doit être considéré comme constant pour des valeurs de la vitesse comprises entre $2^m$ à $3^m$ et $25^m$ par seconde.

» Nous avons également commencé à étudier la résistance de l'air sur plusieurs plans parallèles de mêmes formes et de mêmes dimensions placés les uns derrière les autres. Nous avons constaté que, si ces plans ne sont pas séparés l'un de l'autre par une très grande distance, la résistance de l'air au mouvement du système est loin d'être égale à la somme de celles

que chacun des plans éprouverait s'il se mouvait seul avec la même vitesse. Ainsi, pour une vitesse de $20^m$ environ par seconde, deux plans de $0^m,15$ de côté se suivant à une distance égale à leur largeur, c'est-à-dire égale à $0^m,15$, éprouvent une résistance qui ne surpasse guère que de un dixième de sa valeur celle due à un seul d'entre eux. Même en les séparant par une distance de $1^m$, on n'obtient pas encore pour leur ensemble la somme des deux résistances.

» Nous nous proposons d'étudier aussi complètement que possible cette question qui peut avoir beaucoup d'importance pratique dans certains cas. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Rordame, faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet *et* L. Picart. Note de M. **G. Rayet**.

COMÈTE RORDAME.

| Dates 1893. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. | Étoiles. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | | | | |
| Juillet 12.... | 9.32.19,4 | 9.27.48,84 | $+\bar{1},732$ | 46°.38′.36″,4 | −0,788 | 1 | G. Rayet |
| 15..... | 9.21. 1,8 | 10.29.15,19 | $+\bar{1},716$ | 53.38.34,2 | −0,742 | 2 | L. Picart |

*Position moyenne des étoiles de comparaison pour* 1893,0.

| Étoiles | Catalogue et autorité. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| 1.. | Weisse$_1$, H. IX, n° 560-561 | 9.29.21,32 | +0,41 | 46.33.22,4 | −8,09 |
| 2.. | Catalogue de Paris, n° 12987 | 10.30.39,78 | +0,99 | 53.41.18,2 | −8,19 |

» La comète est une nébulosité ronde d'environ 2′ de diamètre avec un noyau de 3ᵉ à 4ᵉ grandeur. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la relation qui existe entre les coefficients des formules de Coulomb (magnétisme), de Laplace et d'Ampère;* par M. **E.-H. Amagat**.

« IV. On montre que l'action d'un circuit fermé, traversé par un courant d'intensité $i$, sur un élément de courant $i'ds'$, est représentée par

$$\frac{\mathcal{A}\, ii'\,ds'}{I} F \sin\alpha, \tag{15}$$

F étant l'intensité du champ produit par le courant $i$ en $ds'$, I l'intensité de $i$ estimée électromagnétiquement, et $\alpha$ l'angle de $ds'$ avec la direction du champ.

» Si le champ F, au lieu d'être produit par un circuit fermé, était produit par un système magnétique, l'action sur $ds'$ aurait la même direction que précédemment et serait représentée par

(16) $$I' ds' F \sin\alpha,$$

I' étant l'intensité de $i'$ estimée électromagnétiquement.

» Si l'on *admet* (¹) l'identité des deux champs, on aura

(17) $$\mathcal{A} = \frac{II'}{ii'};$$

par suite, si l'on suppose que les courants aient été d'abord exprimés aussi électromagnétiquement, on aura

$$\mathcal{A} = 1.$$

» En restituant les coefficients dans les calculs, on voit facilement que l'égalité des deux actions est exprimée par

(18) $$\frac{\mathcal{A}\, ii' ds'}{\lambda I} F \sin\alpha = \frac{\lambda}{k} I' ds' F \sin\alpha,$$

et qu'on a, par suite,

(1) $$\lambda^2 = k\mathcal{A}.$$

» Rien n'autorise ici à *admettre* l'identité de deux champs d'origines différentes assujettis seulement à exercer des actions numériquement égales sur un même élément de courant. On pourrait, de l'identité de ces champs, conclure à l'identité de leurs actions, par exemple, sur un aimant substitué à $ds'$, et dire que : si deux champs, produits l'un par un courant, l'autre par un aimant ou un système d'aimants, ont même action sur un élément de courant, ils auront même action sur un aimant; postulatum analogue à celui de la première méthode examinée, et qui, de même que ce dernier, ne saurait être justifié que par l'expérience.

» V. Enfin, j'emprunterai encore l'ingénieuse démonstration suivante qui est d'une remarquable simplicité; elle ne comporte, en effet, aucun calcul.

» L'action entre deux masses magnétiques $m$, $m'$ est

(19) $$F = k\frac{mm'}{r^2} = \frac{km}{r^2} m' = f_1 m',$$

(¹) Le texte de l'Ouvrage classique, auquel j'ai emprunté cette méthode, porte : Si nous *admettons* que ces actions sont identiques....

$f_1$ étant le champ créé en $m'$ par $m$.

(20) $$f_1 = \frac{km}{r^2}.$$

Substituons à $m'$ l'élément de courant $i\,ds$, l'action $F_1$ entre $m$ et $i\,ds$ est exprimée par la formule de Laplace; on a

(21) $$F_1 = \frac{\lambda m i ds}{r^2} \sin\alpha.$$

Soit, en remplaçant $f_1$ par sa valeur,

(22) $$F_1 = \frac{\lambda f_1 i ds}{r^2} \sin\alpha.$$

» Cette action étant réciproque, le champ créé en $m$ par $i\,ds$ est

(23) $$f_2 = \frac{F_1}{m} = \frac{\lambda i ds}{r^2} \sin\alpha,$$

par suite, si l'on substitue à $m$ un élément de courant $i'\,ds'$, l'action exercée sur lui par $i\,ds$ s'obtiendra en remplaçant dans (22) $f_1$ par le champ $f_2$ créé en $i'\,ds'$ par $i\,ds$.

» On a donc, pour l'action entre $i\,ds$ et $i'\,ds'$,

(24) $$F_2 = \frac{\lambda^2 ii' ds\, ds'}{kr^2} \sin\alpha \sin\alpha'.$$

En posant $\frac{\lambda^2}{k} = \mathcal{A}$, on arrive donc à une formule qui, comme on le sait, est, quant à l'intégration pour un circuit fermé, équivalente à celle d'Ampère; on retrouve donc encore

(1) $$\lambda^2 = k\mathcal{A}.$$

» Il faut *admettre* ici que la relation (22), établie pour un champ $f_1$ défini par la relation (20), c'est-à-dire produit par une masse magnétique, est encore applicable au cas d'un champ $f_2$ que produirait un élément de courant, ce qui ne saurait être admis qu'à une constante numérique près, que rien n'autorise *a priori* à faire égale à l'unité.

» On voit que, quelle que soit la méthode suivie, il faut, pour arriver à la relation (1), admettre, sous une forme ou sous une autre, un postulatum qui peut avoir un certain caractère de probabilité, mais qui n'est nullement évident; on arriverait du reste au même résultat par les diverses autres méthodes qu'on pourrait examiner, elles rentreraient plus ou moins dans l'un des types qui précèdent sans apporter à la solution de la difficulté aucun élément nouveau.

» La formule de Laplace ne groupe donc celles de Coulomb (magnétisme) et d'Ampère qu'à une constante numérique près, de même que la

formule de Faraday

(F) $$i = \alpha \frac{q}{t}$$

ne groupe la même formule d'Ampère et celle de Coulomb relative aux masses électriques

(C₁) $$f = k_1 \frac{qq'}{r^2}$$

que par l'intermédiaire d'un facteur, le V de Maxwell, dont la théorie peut déterminer les dimensions, mais nullement la valeur numérique.

» Les deux relations

$$k_1 = V^2 \alpha \mathcal{A} \quad \text{et} \quad \lambda^2 = N k \mathcal{A},$$

entre les coefficients des cinq formules constituant la base d'un système cohérent, exigent donc chacune une détermination expérimentale, avec cette différence que, dans la première, V est un facteur de dimensions connues mais, relativement à la valeur numérique duquel on ne peut se faire aucune idée *a priori;* tandis que, dans la seconde, N est une constante purement numérique dont on est assez naturellement conduit à supposer la valeur égale à l'unité, par la seule considération de la simplicité des lois résultant de cette hypothèse.

» La première méthode que j'ai examinée a été (sauf la restitution des constantes dans les calculs et des détails d'exposition) suivie par W. Weber dans son Mémoire sur la vérification de la formule d'Ampère au moyen de l'électrodynamomètre. Après avoir obtenu ainsi le coefficient de cette formule (soit $\mathcal{A} = 1$ en partant de $k = \lambda = 1$), il l'applique à la détermination d'un coefficient numérique devant entrer dans le calcul des valeurs absolues d'actions électrodynamométriques observées, et qu'il trouve égal à 49,50; d'autre part, les valeurs de ces mêmes actions obtenues directement par l'expérience conduisent pour le même coefficient au nombre 53,06.

» Si l'on admet, avec W. Weber, que la différence est imputable aux erreurs d'observation, on pourra conclure que la méthode suivie pour arriver au coefficient de la formule d'Ampère est exacte; par suite, le postulatum, sous la forme que comporte cette méthode, se trouverait légitimé.

» On trouve dans les *Œuvres de Verdet* (t. IV, p. 201) la loi suivante donnée comme ayant été vérifiée par W. Weber au moyen de l'électrodynamomètre : « Si un aimant ou un système de courants fermés exerce des

» actions égales sur un courant placé à une distance assez grande pour » qu'il n'y ait pas lieu d'avoir égard à la diversité *ds* des distances des différents points de l'aimant ou du système de courants, il exerce aussi » des actions égales sur un aimant quelconque placé à une grande distance. » Il est probable que cet énoncé n'est que l'interprétation des résultats dont je viens de parler, car la bibliographie qui le suit ne mentionne d'autre Mémoire de W. Weber que celui auquel j'ai emprunté ces résultats.

» Dans tous les cas, ni cette loi, ni aucune autre loi expérimentale analogue n'est invoquée aujourd'hui pour arriver à la relation entre les coefficients $\lambda$, $k$ et $\mathcal{A}$; cette relation est donc établie arbitrairement, elle n'a que le caractère de probabilité des hypothèses faites pour l'obtenir.

» D'autre part, les expériences de W. Weber qui pourraient servir de vérification à ces hypothèses, présentant une incertitude de près de 8 pour 100, on pourrait en conclure seulement que la valeur de N est voisine de l'unité, on ne saurait rien affirmer de plus; comme, du reste, il s'agit ici d'un point fondamental, il importe qu'il soit établi avec une entière certitude; il faut donc que de nouvelles expériences soient faites avec toute l'exactitude que comportent les ressources dont on dispose aujourd'hui, c'est un travail dont j'espère pouvoir m'occuper d'ici peu. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la glycolyse dans le sang normal et dans le sang diabétique*. Note de MM. **R. Lépine** et **Metroz.**

« Si l'on maintient du sang (défibriné) d'un chien en bonne santé dans un bain-marie à 39°C., ce sang, qui renfermait par exemple 1gr,30 de sucre pour 1000, n'en possède, au bout d'une heure, guère plus de 1gr (Lépine et Barral). Ainsi la perte absolue d'un sang normal pendant une heure, à 39°C., est, environ, de 0gr,30, et la perte pour 100, environ, de 23. Il n'en est pas de même avec le sang d'un homme ou d'un animal diabétiques : soit un tel sang, renfermant, par exemple 3gr,20 de sucre. Au bout d'une heure à 39°C., il se peut qu'il renferme encore plus de 2gr,90. Dans ce cas, le perte absolue sera *moins* de 0gr,30, et la perte pour 100 *moins* de 10 (Lépine et Barral). Mais il se peut aussi, et cela arrive fréquemment dans le diabète expérimental, qu'un sang renfermant, par exemple, 3gr,20 de sucre n'en contienne, au bout d'une heure que 2gr,80, par exemple; ce qui fait une perte absolue de 0gr,40 et une perte pour

100 de 12,5, Comment faut-il alors interpréter ce résultat? Doit-on dire que l'énergie glycolytique dans ce cas est *augmentée* ou *diminuée?*

» L'un de nous a toujours soutenu qu'en ce cas elle est *diminuée*, attendu que la quantité de sucre disparu n'est pas en rapport seulement avec l'énergie du ferment soluble, comme le croît M. Kraus qui s'appuie sur une prétendue loi de Schmidt, mais qu'elle dépend aussi de la quantité de matériel transformable. Vu l'importance de cette proposition, nous l'avons récemment soumise à une nouvelle vérification au moyen d'expériences réalisées avec le soin le plus minutieux et qui ont été conduites de la manière suivante :

» A deux échantillons de $40^{gr}$ d'un même sang normal, dont la teneur originelle en sucre a été exactement déterminée, nous ajoutons en proportion différente du glucose pur en solution dans $2^{cc}$ d'eau ([1]). Ces deux échantillons ont évidemment la même teneur en ferment soluble et ne diffèrent entre eux que par la proportion du sucre introduit. Après une heure de séjour à 39°C., nous dosons le sucre dans les deux échantillons, au moyen d'une méthode exacte que nous indiquons plus loin. Voici nos résultats :

| Numéros des chiens. | Sucre. Total du sang faiblement sucré. A. | Sucre. Après $1^h$ à 39° C. B. | Perte absolue. C. | Sucre. Total du sang plus fortement sucré. A'. | Sucre. Après $1^h$ à 39° C. B'. | Perte absolue. C'. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 229....... | 4,90 | 4,57 | 0,33 | 6,10 | 5,20 | 0,90 |
| 232....... | 6,47 | 6,31 | 0,16 | 7,96 | 7,33 | 0,63 |
| 241....... | 5,35 | 5,20 | 0,15 | 7,85 | 7,35 | 0,50 |
| 250....... | 4,60 | 4,45 | 0,15 | 6,10 | 5,37 | 0,73 |
| 251....... | 4,40 | 4,15 | 0,25 | 5,90 | 5,57 | 0,33 |
| Moyennes..... | 5,14 | | 0,21 | 6,78 | | 0,62 |

» On voit que le Tableau précédent comprend cinq séries d'expériences, faites avec du sang de cinq chiens. En moyenne, la teneur originelle, en sucre, de chaque sang, était $1^{gr},40$; celle du glucose ajouté aux échantillons de la colonne A a été $3^{gr},74$, ce qui fait comme teneur moyenne en sucre du sang de cette colonne 5,14. La moyenne du sucre, ajouté aux échantillons de la colonne A', a été 5,38; ce qui fait, comme teneur moyenne

---

([1]) Nous nous sommes assurés que cette faible proportion d'eau est sans influence sur la glycolyse.

en sucre du sang de cette colonne, 6,78. Ainsi, la différence moyenne en sucre des sangs A et A′, était 1,64 (1).

» Or tandis que la perte absolue, après une heure, à 39° C., a été pour les échantillons A, en moyenne, $0^{gr},21$, celle pour les sangs A′ a été $0^{gr},62$ (2). Si la prétendue loi de Schmidt était exacte, la perte C′ devrait être égale à la perte C; or elle est près de trois fois plus forte.

» Aussi, reprenant l'exemple que nous donnions au début de cette Note, d'un sang diabétique renfermant $3^{gr},20$ de sucre et perdant $0^{gr},40$ en une heure, nous disons que cette perte, fût-elle même de 0,50, ne prouverait nullement une augmentation de l'énergie glycolytique par rapport à la normale, et que, pour rendre cette augmentation vraisemblable, il faudrait une perte dépassant de beaucoup $1^{gr}$. Quand on a égard à l'excès de matériel du sang diabétique, par rapport à la normale, une augmentation de perte absolue de quelques centigrammes est véritablement insignifiante.

» Il nous reste à faire connaître le procédé que nous avons employé pour le dosage du sucre. Après avoir coagulé, par la chaleur, $40^{gr}$ de sang (acidifié), en présence d'un poids égal de sulfate de soude, comme faisait Claude Bernard, nous épuisons le coagulum, ce qu'il ne faisait pas (l'épuisement étant absolument indispensable en présence de fortes doses de sucre), en l'exprimant dans un linge et en le divisant dans $40^{gr}$ de sulfate de soude chaud dissous dans son eau de cristallisation. Nous ajoutons seulement alors $15^{cc}$ d'eau bouillante (pour un coagulum de $40^{gr}$ de sang). On filtre. Cette opération tout entière devra être répétée quatre fois. Le filtratum est limpide et parfaitement exempt de matières réductrices. Nous appelons l'attention sur l'importance qu'il y a, à cet égard, à n'employer qu'une quantité minima d'eau; car l'eau en abondance, même chargée

(1) On peut se demander pourquoi nous avons sucré les échantillons A au lieu de nous contenter de leur sucre originel. Nous l'avons fait pour divers motifs, notamment parce que nous ne voulions pas avoir un trop grand écart entre A et A′, et que, d'autre part, nous voulions A′ assez près de la limite au delà de laquelle, ainsi que des expériences antérieures nous l'avaient appris et que nous le montrerons dans une Note très prochaine, la glycolyse cesse d'augmenter.

(2) On a pu remarquer des différences assez sensibles dans la glycolyse des différents sangs. Elles tiennent à ce que deux sangs, même normaux, n'ont presque jamais le même pouvoir glycolytique. Celui du sang du chien de la première ligne (229) est particulièrement remarquable, puisque la perte dans les colonnes C et C′ est supérieure aux quatre autres.

d'une forte proportion de sulfate de soude, entraîne des matières réductrices qui faussent, par excès, le dosage, tandis que le procédé susindiqué donne des résultats très satisfaisants, ainsi que l'ont prouvé plusieurs expériences de contrôle.

» Dans une d'elles nous avons ajouté à du sang (renfermant originellement $1^{gr},31$ de sucre pour 1000) $10^{gr}$ de glucose pur pour 1000. Immédiatement, nous avons traité par la chaleur afin d'empêcher toute glycolyse, et le dosage de ce sang (renfermant au total $11^{gr},31$ pour 1000) nous a donné $11^{gr},28$.

» Dans une autre expérience, à deux échantillons d'un sang renfermant originellement $1^{gr},48$ de sucre pour 1000, nous en avons ajouté respectivement $3^{gr}$ et $5^{gr}$ pour 1000 et chauffé immédiatement. Le dosage nous a donné le chiffre total de sucre à $4^{cgr}$ et $5^{cgr}$ près, c'est-à-dire que nous avons atteint une approximation qu'il est impossible de dépasser.

» En somme, dans un sang diabétique, par cela seul qu'il renferme beaucoup de sucre, la perte absolue *in vitro*, bien qu'assez notable, est *très inférieure* à ce qu'elle devrait être si l'énergie glycolytique était normale ; de sorte qu'il faut admettre dans un tel sang une diminution de l'énergie glycolytique. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

| | |
|---|---|
| M. Ludwig obtient. . . . . . . . . . . . . . . | 31 suffrages |
| M. Engelmann obtient . . . . . . . . . . . . | 6 » |

M. **Ludwig**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Hickisch** adresse, de Budapest, une Note concernant les effets de l'allylsulfide contre les bacilles cholériques.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le lieutenant de vaisseau **Lephay** prie l'Académie de le comprendre

parmi les candidats au prix extraordinaire destiné à récompenser l'invention ou le travail le plus propre à accroître nos forces navales.

(Renvoi à la Commission.)

## CORRESPONDANCE.

M. **Bischoffsheim** présente à l'Académie une photographie lunaire obtenue à l'observatoire de Lick et agrandie quarante fois par M. Weinek, Directeur de l'observatoire de Prague.

« D'après M. Weinek ce dessin possède une grande importance et fournit la démonstration de ce fait : que la représentation photographique de la Lune donne au moins le même degré de perfection que l'étude optique directe.

» M. Gaudibert, à Vaison, a attiré l'attention de M. Weinek sur l'existence d'un petit cratère qu'il a découvert, le 24 mai 1890, sur le sommet de la montagne centrale de Capella, cratère tellement fin que l'observateur n'a pu le distinguer qu'au prix des plus grands efforts. M. Gaudibert l'a poursuivi pendant l'année 1890, et, cependant, il n'a pas toujours réussi à le retrouver; aussi a-t-il quelquefois supposé être victime d'une illusion. M. Weinek a pu facilement constater, non seulement la présence de cet objet sur les deux clichés de l'observatoire de Lick, mais encore l'existence de stries d'une grande délicatesse. »

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète b,* 1893. Note de M. **Quénisset**, présentée par M. Tisserand.

« Le 9 juillet 1893, à l'observatoire de Juvisy, j'ai trouvé une belle comète ayant les coordonnées approximatives suivantes :

| | |
|---|---|
| Ascension droite.............. | $7^h 50^m$ |
| Distance polaire............... | $41° 50'$ |

« Elle était visible à l'œil nu. La chevelure, qui avait $10'$ à $15'$ de diamètre, était très brillante. Son éclat total était au moins égal à celui d'une étoile de 4$^e$ grandeur. A l'opposé du Soleil, on remarquait une queue de 3° de longueur. Le noyau très brillant avait un diamètre de $4''$.

» Le 10, le ciel resta couvert toute la nuit et je ne pus l'observer. Mais les 11, 12, 13 juillet, je la vis à travers quelques éclaircies.

» Le ciel, constamment très nuageux, ne m'a pas permis de déterminer ses coordonnées exactes en la rapportant à une étoile cataloguée.

» Je l'ai revue hier soir, 16 juillet, à $10^h$. Elle se trouvait par $10^h 41^m$ et $34° 14'$ de déclinaison. La queue était faible et n'avait plus que $1°$ de longueur et la chevelure $10'$ de diamètre. Elle s'éloigne donc de nous et se dirige vers la Chevelure de Bérénice. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète, b 1893, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Tisserand.

« Cette comète, découverte par M. Rordame à Utah le 8 juillet, a été aperçue indépendamment le lendemain à Juvisy, et à l'œil nu, par M. Quénisset. Observée à Kiel le 10 juillet, elle avait alors pour coordonnées (à $12^h 59^m 18^s$ temps moyen de Kiel)

| | |
|---|---|
| Ascension droite.................. | $8^h 29^m 45^s,73$ |
| Déclinaison...................... | $+46° 59' 29''$ |

son mouvement par jour a été remarquablement grand, car il dépassait $9°$, du 8 au 10 juillet.

» Actuellement (16 juillet) elle s'aperçoit à l'œil nu comme une étoile de $4^e$ grandeur, et sans queue.

» Dans la lunette (grossissement 158) c'est une nébulosité ronde, de $3',5$ de diamètre total, avec un petit noyau stellaire de $2''$ à $3''$ de diamètre, entouré de nébulosité brillante sur laquelle il ressort légèrement. Cette nébulosité voisine du noyau forme une aire arrondie, de $20''$ environ de diamètre, se détachant bien sur le reste de la chevelure, dont l'éclat décroît uniformément jusqu'au bord.

» Par rapport à l'ensemble de la nébulosité le noyau est un peu excentrique et plus voisin du bord boréal.

| Dates 1893. | Étoiles de comparaison. | Grandeur. | Comète — Étoile. Æ. | Comète — Étoile. Déclinaison. | Nombre de compar. |
|---|---|---|---|---|---|
| Juillet 15...... | *a* 2085 BD + 36 | 8,8 | $+0^m.7^s.10$ | $+4'.9'',5$ | 4:4 |
| 16...... | *b* 2158 BD + 34 | 8,2 | $+2.30.04$ | $+1.50,4$ | 3:2 |

| Dates 1893. | Étoiles de comparaison. | Grandeur. | Comète — Étoile. Æ. | Déclinaison. | Nombre de compar. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | m s | | |
| Juillet 16...... | *b* 2158 BD + 34 | 8,2 | +2.45,20 | —0'.43",8 | 3:2 |
| 16...... | *c* 2160 BD + 34 | 8,7 | +1.36,74 | —0.22,9 | 9:6 |
| 16...... | *c* Id. | 8,7 | +1.47,63 | —2.12,8 | 9:6 |
| 16...... | *d* 2164 BD + 34 | 9,5 | +0.34,25 | +7.12,9 | 4:4 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1893. | Étoiles. | Ascension droite moyenne 1893,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1893,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | |
| Juillet 15..... | *a* | 10.29. 0,22 | +0,64 | +36.18. 8,3 | +6,5 | B. B. VI |
| 16..... | *b* | 10.40.49,02 | +0,67 | +34. 7.19,9 | +5,9 | Id. |
| 16..... | *c* | 10.41.45,28 | +0,68 | +34. 9.14,6 | +5,9 | 2 obs. mérid. Leyde |
| 16..... | *d* | 10.43.25,33 | +0,68 | +33.55.11,9 | +5,8 | B. B. VI |

*Positions apparentes de la comète.*

| Dates 1893. | Temps moyen de Paris. | Asc. droite apparente. | Log. fact. parall. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parall. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | |
| Juillet 15.... | 9.22.39 | 10.29. 7,96 | $\bar{1}$,681 | +36.22.24,3 | 0,762 |
| 16.... | 9.31.23 | 10.43.19,73 | $\bar{1}$,669 | +34. 9.16,2 | 0,770 |
| 16.... | 9.35.18 | 10.43.22,70 | $\bar{1}$,668 | +34. 8.57,6 | 0,774 |
| 16.... | 9.55.26 | 10.43.33,59 | $\bar{1}$,661 | +34. 7. 7,7 | 0,794 |
| 16.... | 9.59.48 | 10.43.34,89 | $\bar{1}$,659 | +34. 6.42,0 | 0,798 |
| 16.... | 10.48.32 | 10.44. 0,26 | $\bar{1}$,625 | +34. 2.30,6 | 0,841 |

» *Remarques.* — L'observation du 15 juillet a été faite à travers nuages, et dans la dernière observation du 16 juillet la comète était déjà fort basse. Dans l'une et l'autre de ces deux observations la comète a été rapportée à l'étoile par angle de position et distance, lunette entraînée. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les études du débit de la vapeur à travers les orifices.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Sarrau.

« Les expérimentateurs ne se sont pas préoccupés jusqu'à présent de faire varier la contre-pression $p_1$, et leurs débits généralement *limites* dépendent de la seule pression $p_0$. Les plus anciennes expériences sont dues à MM. Minary et Resal [1].

[1] *Ann. des Mines*, 5e série, t. IX, p. 379.

| $p_0$ en atm. 1, 2, 3 et 4. | Données. | $p_1$ merc. | Π. (Débit observé) | $\frac{\Pi}{\sqrt{m}}$ calculé. | $\sqrt{m}$. | Par cent. carré et par heure. Observé. | Calculé. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | | mm | k | | | k | k |
| 1,39 | 1. O. contracté | 733 | 2,65 | non limites | | 63 | 63 |
| 1,95 | $\theta = 20'$ | 723 | 4,3 | | | 102 | 102 |
| 2,51 | $a = 0,47$ | 620 | 5,5 | 5,99 | 0,923 | 131 | 130 |
| 3,04 | $d = 4^{mm}$ | 565 | 6,8 | 7,32 | 0,926 | 162 | 161 |
| 3,60 | $m = 0,84$ (moyenne) | 551 | 7,3 | 8,50 | 0,918 | 185 | 185 |
| 4,20 | $\frac{p_L}{p_0} = 0,433$ | 512 | 9,06 | 9,88 | 0,918 | 215 | 215 |
| 4,79 | | 489 | 10,2 | 11,25 | 0,906 | 243 | 245 |
| 5,37 | | 470 | 11,24 | 12,54 | 0,895 | 268 | 273 |
| 1,38-1,39 | 3. Ajutage | 734 | 2,5 | non limite | | 77 | 76 |
| 1,95 | convergent | 687 | 3,65 | 3,63 | 1,000 | 113 | 113 |
| 2,51 | adiabatique | 653 | 4,55 | 4,55 | 1,000 | 141 | 141 |
| 3,04 | $\theta = 20'$ | 603 | 5,6 | 5,59 | 1,000 | 176 | 176 |
| 3,60-3,69 | $d = 3^{mm},5$ | 564 | 6,5 | 6,56 | 0,99 | 202 | 203 |
| 4,20 | $m = 1$ | 538 | 7,5 | 7,52 | 1,000 | 232 | 232 |
| 4,79 | $\frac{p_L}{p_0} = 0,53$ | 509 | 8,4 | 8,57 | 0,98 | 260 | 264 |
| 5,37 | | 509 | 9,4 | 9,55 | 0,98 | 291 | 295 |

| Données. | $p_1$. | Π. (Débit observé) | $\frac{\Pi}{\sqrt{m}}$. | $\sqrt{m}$. | Par cent. carré et par heure. Observé. | Calculé |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. O. contracté | mm | k | | | k | k |
| $\theta = 10'$ | 740 | 5,7 | non limite | | 100 | 100 |
| $a = 0,47$ | | | | | | |
| $d = 6^{mm},56$ | 740 | 8,8 | 9,7 | 0,917 | 161 | 161 |
| $m = 0,84$ (moyenne) | | | | | | |
| $\frac{p_L}{p_0} = 0,433$ | 740 | 11,7 | 12,3 | 0,951 | | |
| 4. Aj. cylind. | 735 | 2,45 | non limites | | 56 | 92 |
| rentrant | 692 | 4,125 | | | 98 | 98 |
| et évasé | 680 | 5,4 | 5,97 | 0,915 | 128 | 126 |
| $\theta = 20'$ | 690 | 6,5 | 7,22 | 0,904 | 154 | 153 |
| $d = 4^{mm}$ | 650 | 7,75 | 8,85 | 0,877 | 184 | 184 |
| $m = 0,79$ | 625 | 8,8 | 9,88 | 0,890 | 209 | 208 |
| $\frac{p_L}{p_0} = 0,405$ | 595 | 9,7 | 11,26 | 0,863 | 231 | 234 |
| | 539 | 10,85 | 12,55 | 0,864 | 258 | 262 |

Les orifices 1 et 2 sont formés par la rencontre à angle vif de deux sphères.

» L'échauffement des ajutages et l'exagération, signalée par les auteurs, de la lecture $p_0$ faite trop loin avant l'orifice, justifient la tendance faible des forts débits expérimentaux.

» MM. Peabody et Kuhnhard [1] ont mesuré, latéralement au prolongement cylindrique d'un orifice convergent, une pression qui se fixe à $0,6 p_0$ environ, malgré les variations de la contre-pression, et satisfait les formules théoriques du débit pour $m = 1,06$. J'ai déduit, en réalité, des débits observés $p_L = 0,485 p_0$ et $m = 0,92$.

» J'emprunte à divers travaux les débits-limites par centimètre carré et par heure d'un orifice sans contraction $m = 1$, $a = 0,4758$. Pour un orifice quelconque, on les multipliera par $\omega \sqrt{m}$ :

| | Pressions effectives. | 1 kg. | 2 kg. | 3 kg. | 4 kg. | 5 kg. | 6 kg. | 7 kg. | 8 kg. | 9 kg. | 10 kg. | $m$ observé. | $\frac{p_L}{p_0}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calculés... | Zeuner A [2] | 110 | 142 | 160 | 175 | 187 | 196 | 204 | 211 | 218 | 223 | » | » |
| | Zeuner B [3] | 265 | 388 | 443 | 486 | 517 | 544 | 561 | 587 | 605 | 621 | » | » |
| | Parenty | 116 | 170 | 224 | 278 | 332 | 385 | 438 | 491 | 544 | 596 | 1,00 | 0,5242 |
| Observés... | Parenty | » | » | 228 | 279 | 332 | 385 | » | » | » | » | Divers | » |
| | Minary et Resal | 116 | 170 | 223 | 276 | 328 | » | » | » | » | » | Divers | » |
| | Peabody et Kuhnhard | » | » | » | » | 332 | » | » | » | 544 | » | 0,92 | 0,505 |
| | Forquenot et Ser [4] | » | 170 | 223 | 276 | 326 | 384 | 440 | 491 | 546 | » | 0,83 | 0,425 |
| | Le Chatelier [5] | tuyau suivi d'orifice | | | 283 | 335 | 384 | 435 | 491 | » | » | 0,36 | 0,868 |

(1) *Engineering*, 1er sem., p. 64; 1890.

(2) HIRSH et DEBIZE, *Leçons de machines à vapeur*, t. I, p. 669.

(3) SER, *Physique industrielle*, p. 282.

(4) *Ibid.*, p. 278.

(5) *Ibid.*, p. 279.

» MM. Sauvage et Pulin ([1]) ont placé, au-dessous du niveau de l'eau d'une chaudière, un orifice très convergent ($m = 1{,}0373$, $a = 0{,}4758$). J'ai réussi à analyser les phénomènes en apparence complexes de cet écoulement. Il existe, pour chaque température T, un mélange normal stable, dont le titre en vapeur $x_1 = 0{,}001318\,T$. J'en obtiens sensiblement le débit en divisant par $\sqrt{x_1}$ celui de la vapeur sèche ([2]) :

| Nombre d'expériences. | 1. | 1. | 4. | 1. | 4. | 3. | 2. | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pression abs. moy. au niveau de l'orifice | $26^m{,}07$ | $33^m{,}57$ | $40^m{,}85$ | $43^m{,}57$ | $55^m{,}88$ | $60^m{,}93$ | $63^m{,}50$ | $65^m$ |
| T Cailletet et Collardeau $= t_0 + 260$ | $388°{,}9$ | $396°{,}7$ | $403°{,}6$ | $407°{,}9$ | $415°{,}2$ | $418°{,}5$ | $421°{,}2$ | $422$ |
| $\Pi_L$ par seconde et par cent. carré $= 0{,}1\,a\sqrt{\dfrac{2\,mg\,p_0\varpi_0}{0{,}001318\,T}}$. | $0^{kg}{,}59$ | $0^{kg}{,}74$ | $0^{kg}{,}89$ | $0^{kg}{,}94$ | $1^{kg}{,}16$ | $1^{kg}{,}29$ | $1^{kg}{,}31$ | $1^{k}$ |
| Séries Sauvage. Dernière expérience | $0^{kg}{,}79$ | $0^{kg}{,}90$ | $1^{kg}{,}13$ | $1^{kg}{,}02$ | $1^{kg}{,}16$ | $1^{kg}{,}29$ | $1^{kg}{,}31$ | $1^{k}$ |
| Séries Sauvage. Débit moyen par série | » | » | $1^{kg}{,}15$ | » | $1^{kg}{,}20$ | $1^{kg}{,}33$ | $1^{kg}{,}40$ | $1^{k}$ |

» Le mélange jaillit au titre normal dès que l'orifice est réchauffé. Il possède l'homogénéité des gaz dont il suit les lois, sauf pour les débits à pressions basses, visiblement troublés par des projections d'eau. *Le titre de la vapeur naissante croît donc avec la pression.* La veine présente la brisure caractéristique d'un jet liquide projeté contre un disque solide. C'est une sorte de paraboloïde tangent par son sommet à la tranche de l'orifice, et cela confirme mon hypothèse relative à la *solidité* de l'onde de rupture sur laquelle l'*expansion* et la *cohésion* des gaz s'équilibrent exactement.

» *Première hypothèse.* — Les éléments de cette onde prennent, normalement à sa surface, une vitesse égale au quotient par $m$ de la vitesse du son dans le fluide à $T_L$. Sa courbure change de sens avec $m \gtrless 1$, ce qui justifie l'existence d'un centre de compression spécial à chaque orifice. Ce centre est placé au sommet de l'orifice conique de 13°; l'onde sphérique concave, de surface $m = 1{,}0373$, retarde sur le son. Il est rejeté à l'infini aval pour l'orifice adiabatique, l'onde plane de surface $m = 1$ accompagne le son. Enfin il part de l'infini amont pour les orifices contractés, l'onde convexe de surface $m < 1$ avance sur le son. Un équilibre analogue, régnant à la surface de *rupture* d'un fil débité à la filière par une traction croissante, impose une limite semblable à la vitesse d'écoulement du métal. La *cohésion* des fluides, fonction du temps, doit se comparer à la vitesse de propagation des vibrations infiniment petites; vitesse du son, pour les gaz, de la lumière pour l'éther.

» *Deuxième hypothèse.* — En comparant à $3^{kg}$ deux jets limites de va-

---

([1]) *Ann. des Mines,* 9e série, t. II, p. 192.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 869.

peur, convergent et contracté, je n'ai pu trouver, à l'aval du second, un col qui le différenciât du premier. Le jet contracté est, à la vérité, plus froid et sa vapeur plus visible, mais tous deux sortent à gueule bée, et se dilatent aussitôt. Or si le vide d'aval, par un effet réflexe très naturel, enfle le jet limite, en redresse les ondes, le produit $mV_L = V_S$, que j'ai appelé *vitesse effective*, devient la *vitesse réelle* d'une onde plane franchissant la tranche de l'orifice. C'est la vitesse du son, qui devient ainsi la limite nécessaire du transport des fluides obéissant à leur propre expansion. C'est encore, à un facteur thermique près, la vitesse $V_{ci}$ de translation des molécules gazeuses dans la théorie cinétique. Si $p_0 w_0$ sont la pression et le volume spécifique de l'air à 0°, $\rho$ la densité relative d'un fluide,

$$V_S = \sqrt{\frac{C}{c} g \alpha p_0 w_0} \sqrt{\frac{T}{\rho}} = 20,125 \sqrt{\frac{T}{\rho}} \qquad (^1),$$

$$V_{ci} = \sqrt{3 g \alpha p_0 w_0} \sqrt{\frac{T}{\rho}} = 29,261 \sqrt{\frac{T}{\rho}} \qquad (^2),$$

$$V_S = V_S = \sqrt{\frac{C}{3c}} V_{ci} \qquad (^3).$$

» J'ai exposé pour les gaz ces deux hypothèses pratiquement équivalentes en ce qui concerne la mesure de leur débit, dans mes Notes du 12 juillet 1886, 2 novembre et 7 décembre 1891. »

CHIMIE. — *Sur la simplicité du samarium*. Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Lecoq de Boisbaudran.

« M. Lecoq de Boisbaudran m'a confié récemment, pour faire l'examen de leur spectre d'absorption dans la partie violette, quatre solutions provenant d'un fractionnement de samarium. Ces fractions comprenaient :

» 1° La queue du fractionnement par l'ammoniaque;

» 2° Le milieu de ce fractionnement;

» 3° La tête du fractionnement par l'acide oxalique, de la tête du fractionnement par l'ammoniaque;

» 4° La queue du même fractionnement par l'acide oxalique.

» Je puis résumer très simplement ces observations en disant que ces

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 867.

(2) *Ibid.*, t. CIII, p. 125.

(3) *Ibid.*, t. CXIII, p. 493 et 594.

quatre portions donnaient essentiellement le spectre du samarium avec une trace de néodyme dans le n° 1 et une trace des terres de l'erbine (?) dans les n° 3 et surtout 4. Le spectre du samarium n'a pas offert dans ces quatre portions *la plus légère* variation.

» Ceci m'a conduit à examiner à nouveau des produits où j'avais pensé découvrir des indices de variations du spectre du samarium et qui m'avaient amené à supposer dans cet élément la présence de deux corps distincts.

» Cette supposition avait été depuis émise à nouveau par plusieurs chimistes. D'après ce nouvel examen, elle ne semble pas justifiée. Ces variations avaient en effet été observées sur des solutions riches en didyme. Or, si l'on examine le spectre d'une solution azotique un peu concentrée de néodyme, on observe, à côté de la forte raie ($\lambda = 427,5$), une bande faible, très vague et étalée ($\lambda = 418$ environ), qui coïncide à peu près avec une des fortes bandes du samarium et cela en l'absence de toutes les autres bandes de cet élément. En rétrécissant la fente du spectroscope, cette bande reste toujours simple et vague. D'autre part, si l'on examine l'azotate acide de samarium avec la même fente fine, on s'aperçoit que la bande de Lecoq, Soret, etc. se compose de deux raies relativement étroites ($\lambda = 415$ et $419$). Le milieu de la bande des sels de néodyme coïncide à peu près avec le bord le plus réfrangible de la raie qui l'est le moins. On s'explique ainsi sans peine qu'avec une fente assez large et des solutions riches en didyme, cette double bande eût un aspect variable.

» Pour être complet, j'ajouterai que j'ai aussi observé dans le spectre des quatre portions, mais d'une façon trop incertaine pour savoir si leur intensité variait, trois petites bandes un peu plus réfrangibles que H. Le néodyme pur ne montre pas ces raies.

» Je conclus de tout cela que, jusqu'ici, il n'y a pas lieu de suspecter la simplicité du samarium pour des raisons tirées de la variabilité du spectre d'absorption de ces solutions. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les condensations cycliques du carbone.* Note de M. **Gustave Rousseau**, présentée par M. Troost.

« A la suite de mes recherches sur les manganites, les cobaltites et les ferrites, mon attention a été attirée sur les variations de poids moléculaire que peut subir, sous l'action de la chaleur, un groupement tel que $MnO^2$ ou $Fe^2O^3$ uni à une base alcaline. Ces métamorphoses d'un radical com-

posé présentent une ressemblance frappante avec les condensations successives des combinaisons hydrogénées du carbone, dont M. Berthelot a si complètement étudié le mécanisme dans ses recherches classiques sur la synthèse pyrogénée des hydrocarbures.

» L'étude approfondie des manganites m'a conduit en outre à la découverte d'un phénomène nouveau, je veux parler des *transformations cycliques* que peut subir un même radical dans un intervalle suffisamment étendu de température. C'est ainsi qu'en chauffant les manganates de baryte et de strontiane, j'ai vu se produire d'abord le manganite $MnO^2, RO$ vers 800°, puis $2MnO^2, RO$ entre 1000° et 1200°, et enfin le composé primitif $MnO^2, RO$ se reformer au voisinage du rouge blanc. Dans la calcination du manganate de soude j'ai obtenu de même $12MnO^2, Na^2O$ vers 800°, $16MnO^2, Na^2O$ vers 1000°, et $12MnO^2, Na^2O$ au rouge blanc.

» D'après les analogies j'ai pensé que, si l'on portait successivement les hydrocarbures aux températures comprises entre le rouge vif et 3000°, on verrait apparaître tour à tour, comme terme de leur décomposition, les divers états isomériques du carbone, dont chacun présente vraisemblablement un degré de stabilité propre dans une zone déterminée de l'échelle thermométrique. On sait déjà que les hydrocarbures engendrent du carbone amorphe par leur destruction au rouge, tandis que toutes les variétés de charbon se transforment en graphite électrique dans l'arc voltaïque. J'ai supposé qu'aux températures intermédiaires il pourrait se former d'abord du graphite, puis du diamant, qui repasserait ensuite à l'état de graphite sous l'action d'une chaleur plus intense.

» Les expériences que je vais décrire, bien qu'encore incomplètes, me paraissent établir nettement l'existence du cycle graphite-diamant-graphite dans un intervalle de température compris entre 2000° et 3000°. J'ai pu les entreprendre, grâce à l'obligeance de M. Allaire, ingénieur-directeur de la Compagnie française des moteurs à gaz, qui a mis à ma disposition une installation électrique avec une libéralité dont je tiens à le remercier. Son fils, M. Henri Allaire, m'a secondé avec beaucoup d'intelligence et de dévouement pendant tout le cours de ce travail.

» L'acétylène est celui des hydrocarbures qui m'a paru satisfaire le mieux aux conditions du problème. Il présente, en effet, une certaine stabilité aux températures élevées, il est doué d'une merveilleuse plasticité et se polymérise aisément en engendrant une série de carbures de plus en plus condensés.

» Comme source d'acétylène, j'ai fait usage du carbure de calcium de Wœhler. Je

l'ai d'abord disposé dans une cavité, creusée dans un bloc de chaux, au milieu de laquelle venaient aboutir deux crayons électriques reliés à une dynamo de 80 volts et 25 ampères, actionnée par une machine de 4 chevaux. On s'arrangeait de façon à noyer les crayons au sein d'une couche épaisse de carbure, puis on recouvrait le tout d'un second bloc de chaux. Un aimant directeur de M. Ducretet servait à transformer l'arc en un chalumeau, qui portait une partie de la masse à une température très élevée. On réalisait ainsi un dispositif analogue à celui de MM. Cowles pour la réduction de l'alumine par le charbon. Une petite ouverture latérale permettait d'introduire de temps à autre quelques gouttes d'eau dans le four et de provoquer ainsi un dégagement continu d'acétylène.

» Dans ces conditions, j'ai pu réaliser en une heure et demie la décomposition totale de l'acétylure de calcium. Après un traitement approprié du résidu, je suis parvenu à isoler quelques grains de diamant noir, tombant au fond de l'iodure de méthylène, à côté d'une proportion un peu plus forte d'un carbonado d'une densité moindre, mais supérieure à celle du bromoforme. Il s'est formé en même temps, dans les parties moins chaudes du four, une quantité assez notable de graphite qui, d'après les caractères de son oxyde graphitique, paraît identique avec la plombagine; c'est, je crois, le premier exemple de reproduction artificielle de cette variété naturelle de graphite. Vu au microscope, ce corps offre l'aspect de masses noires feuilletées tout à fait caractéristiques.

» La faiblesse des rendements doit être attribuée à ce fait que la plus grande partie de l'acétylène est entraînée avant d'avoir subi la destruction ignée. J'ai alors essayé de décomposer l'acétylure de calcium dans un courant de gaz humide, à l'aide du four électrique de M. Ducretet, avec un courant de 60 volts et 15 ampères. Les hydrocarbures du gaz de la houille devaient, sous l'action de la chaleur, fournir une source supplémentaire d'acétylène et accroître d'autant la production du diamant. Malheureusement le four Ducretet s'échauffe très rapidement par le passage du courant et les joints isolants ne tardent pas à se consumer. Je n'ai réussi qu'une seule fois à prolonger l'expérience pendant un temps suffisant (quarante minutes environ), et j'ai pu obtenir ainsi $20^{mgr}$ de diamant noir plus dense que l'iodure de méthylène.

» Ce diamant artificiel est en petites masses arrondies, d'un noir brunâtre, d'apparence rugueuse. Leur surface est souvent parsemée de points blancs, brillants, dont quelques-uns affectent une forme triangulaire et qui sont probablement du diamant cristallisé. La plupart de ces grains sont visibles à l'œil nu et quelques-uns atteignent jusqu'à $0^{mm},5$ de diamètre. Ils sont inattaquables par le mélange de chlorate de potasse et d'acide nitrique fumant, ainsi que par le bisulfate de potasse et l'acide fluorhydrique. Ils rayent fortement le corindon et brûlent en laissant une cendre celluleuse. L'ensemble de ces caractères me paraît ne laisser place à aucun doute sur la véritable nature de ce produit.

» Dans de nouvelles expériences, j'ai cherché à éviter la préparation délicate du carbure de calcium en faisant agir directement l'arc voltaïque sur les hydrocarbures

dans un four analogue à celui de M. Moissan. Pour cela, j'ai fait passer un courant de gaz d'éclairage saturé de vapeurs de benzine dans un bloc de calcaire, creusé en son centre d'une cavité où les gaz devaient être soumis à l'action du feu électrique. Mais, soit à cause du peu d'étanchéité du four, soit par suite de l'action comburante, aux températures élevées, de l'acide carbonique provenant de la dissociation du carbonate de chaux des parois, tout le gaz a été brûlé. Après deux heures de chauffe, je n'ai trouvé qu'une faible quantité de graphite mêlé à quelques grains de carbonado d'une densité voisine de 3, intermédiaire entre celles du bromoforme et de l'iodure de méthylène.

» Je me propose de reprendre ces tentatives avec un four plus hermétiquement clos et construit en matériaux réfractaires ne renfermant pas de carbonates. J'essayerai également, en vue d'obtenir un rendement plus élevé, de substituer au gaz d'éclairage les carbures très condensés provenant du goudron de houille ou des résidus de la distillation du pétrole.

» Ces recherches, encore à leur début, permettent cependant de formuler déjà une conclusion intéressante, relativement à la formation du carbone-diamant : *Le diamant peut prendre naissance sous la pression atmosphérique*. La seule condition nécessaire, c'est de maintenir les hydrocarbures à une température impossible à évaluer actuellement avec précision, mais qui est sans doute inférieure à 3000°. L'emploi de pressions énormes permettrait sans doute d'abaisser notablement cette température. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aminobutènediamide et la butanonediamide.* Note de M. R. **Thomas-Mamert**, présentée par M. Troost.

« MM. Claus et Voeller ont étudié, en 1881, l'action de l'ammoniaque alcoolique sur l'éther chlorofumarique. En employant l'ammoniaque aqueuse, nous avons obtenu un corps différent des leurs.

» *Préparation.* — On ajoute $50^{gr}$ d'éther chlorofumarique à $500^{gr}$ d'ammoniaque ordinaire. On agite en refroidissant jusqu'à dissolution complète. On laisse ensuite le mélange deux jours dans l'eau froide. On trouve alors le fond du flacon rempli de cristaux prismatiques, opaques, ternes et un peu jaunes, qu'on lave et qu'on sèche à l'air.

» Ils donnent à l'analyse ([1]) les chiffres correspondant à l'aminofumaramide. Mais ce corps, décrit par Claus, fond à 122°. Or, le composé actuel fond avec décomposition complète à 190°-195°. Ce ne peut donc être que l'aminomaléinamide, formée par

([1]) Trouvé : $C = 37,35$; $H = 5,39$; $Az = 32,13$. Théorie : $C = 37,20$; $H = 5,42$; $Az = 32,55$.

transposition moléculaire, ou un polymère de l'amidofumaramide. Nous le désignerons, provisoirement, sous le nom d'*aminobutènediamide* qui s'applique également aux composés fumarique et maléique

$$COAzH^2.C(AzH^2)=CH.COAzH^2.$$

» La distillation sèche de l'*aminobutènediamide* fournit du carbonate et du cyanure d'ammonium, en même temps que de l'ammoniaque. Il reste un charbon volumineux. Avec le zinc en poudre, la distillation fournit surtout du carbonate d'ammonium. L'eau à 100° donne une liqueur jaune dont l'acide sulfurique précipite une poudre brun velouté soluble en rouge fuchsine dans les alcalis.

» *Action de la potasse.* — Traitée par les alcalis, potasse ou baryte, l'aminobutènediamide ne fournit pas d'acide aminomaléique ou aminofumarique. A chaud, on obtient beaucoup de carbonate de potassium et de l'acétate. A froid, il y a seulement départ d'une molécule d'ammoniaque et formation d'un sel de potassium répondant à la formule

$$C^4H^5O^3Az^2K.$$

» *Action du sulfate de cuivre.* — Si, à une solution immédiatement préparée d'aminobutènediamide dans l'eau bouillante, on ajoute une dissolution de sulfate de cuivre, il se forme presque aussitôt un abondant précipité vert, insoluble dans l'eau. Lavé et séché, c'est une poudre cristalline vert olive. Trois dosages de cuivre, effectués sur trois préparations différentes, montrent que l'on est en présence d'un corps défini (¹). L'analyse correspond au sel (²)

$$C^8H^{10}O^6Az^4Cu;$$

c'est peut-être le corps

$$[COAzH^2.C(AzH^2)=CH-CO.O]^2Cu;$$

mais le cuivre se fixe, dans tous les cas connus, aux dépens de l'hydrogène du groupe amide, et sans élimination d'ammoniaque, ce qui n'est pas ici le cas. Remarquons alors que l'aminobutènediamide se rapproche du dérivé ammoniacal de l'éther acétylacétique, ou aminocrotonate d'éthyle

$$CH^3-C(AzH^2)=CH-CO^2C^2H^5;$$

on y trouve le même groupe $-C(AzH^2)=CH-CO$. Or, si l'on traite cet

(¹) Cu = 19,36; 19,11; 19,36. Théorie : 19,62.

(²) Az = 17,40; C = 29,29; H = 3,51. Théorie : Az = 17,44; C = 29,89; H = 3,11.

éther par le sulfate de cuivre, il donne aussitôt le sel de cuivre de l'éther acétylacétique

$$\begin{array}{ccc} CH^3-CO & & CO-CH^3 \\ | & & | \\ CO^2C^2H^5-CH & -Cu- & CH-CO^2C^2H^5. \end{array}$$

» Dans les mêmes conditions, l'aminobutènediamide, qui est le dérivé ammoniacal de la butanonediamide

$$CO\,AzH^2.\,CO.\,CH^2.\,CO\,AzH^2,$$

devra, par analogie, fournir le sel de cuivre de cette amide-acétone, d'après la réaction

$$2[CO\,AzH^2-C(AzH^2)=CH.\,CO\,AzH^2]+H^2O+CuSO^4$$
$$=(AzH^4)^2.\,SO^4+\begin{array}{ccc} CO\,AzH^2-CO & & CO-CO\,AzH^2 \\ | & & | \\ CO\,AzH^2-CH & -Cu- & CH-CO\,AzH^2 \end{array}$$

» Le sel de cuivre obtenu serait donc la cuprobutanonediamide. Il se décompose sans fondre; l'acide sulfhydrique l'attaque très difficilement, et la solution prend une teinte vert foncé. L'acide sulfurique étendu donne du sulfate de cuivre et un corps blanc grisâtre, peu soluble, que l'analyse indique être de la butanonediamide (¹).

» *Action de la phénylhydrazine.* — Si, à la solution d'aminobutènediamide dans l'eau bouillante, l'on ajoute une solution d'acétate de phénylhydrazine, on voit, au bout de peu de temps, la masse se prendre en un magma d'aiguilles blanches. On trouve qu'en même temps s'est éliminé de l'ammoniaque.

» Le corps formé répond à la formule de l'hydrazone de la butanonediamide (²)

$$\begin{array}{l} CO\,AzH^2-C=Az-AzH\,C^6H^5 \\ \qquad\qquad\;\; | \\ CO\,AzH^2-CH^2; \end{array}$$

c'est un corps formé d'aiguilles, agissant énergiquement sur la lumière polarisée. Il fond à 180° avec décomposition. Il se dissout avec élévation de température dans l'acide sulfurique et ne s'en dépose plus, quand on étend d'eau la liqueur.

» *Butanonediamide.* — Quand on ajoute de l'aminobutènediamide à de

(¹) $C=36,55$; $H=4,62$. Théorie : $C=36,92$; $H=4,61$.

(²) $Az=25,80$. Théorie : $25,45$.

l'acide sulfurique étendu, l'amide se dissout d'abord. Mais bientôt la liqueur se transforme en une masse d'aiguilles très petites, peu solubles dans l'eau, qu'on peut laver à l'eau et à l'alcool.

» L'analyse donne les chiffres correspondant à la butanonediamide [1] formée d'après la réaction

$$\begin{matrix} CO\,AzH^2 - C.AzH^2 \\ \| \\ CO\,AzH^2 - CH \end{matrix} + H^2O = \begin{matrix} CO\,AzH^2 - CO \\ | \\ CO\,AzH^2 - CH^2 \end{matrix} + AzH^3.$$

L'aminocrotonate d'éthyle se décompose de même par les acides les plus faibles en redonnant l'éther acétylacétique.

» La butanonediamide est en cristaux blancs, fusible à 180° avec décomposition. Elle se dissout assez bien dans l'eau, et sa solution donne avec le perchlorure de fer une coloration rouge rubis caractéristique. Elle précipite le cuivre d'une solution de sulfate ou d'acétate en redonnant le sel déjà examiné. Avec l'acétate de phénylhydrazine, elle fournit la même hydrazone que l'aminobutènediamide. Ces caractères tendent tous à lui donner la constitution indiquée. D'ailleurs, preuve définitive, elle fournit par fixation de H, au moyen d'amalgame de sodium, l'acide malique.

» L'action de l'acide sulfurique étendu bouillant fournit un dégagement de $CO^2$, et une liqueur qui ne renferme aucun des acides oxalique, acétique, pyruvique, mais probablement de l'acide pyrotartrique. Ces recherches seront poursuivies. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la saturation des azotes de la nicotine et sur une acétylnicotine*. Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. Malgré la simplicité relative de sa formule, la nicotine, $C^{10}H^{14}Az^2$, possède une constitution moléculaire assez complexe et qui est l'objet de nombreuses recherches. Si bien des points paraissent encore incertains dans l'histoire de cet alcaloïde il en est deux, aux yeux des auteurs, tout à fait hors de doute. On admet que la nicotine, formant un diodométhylate, contient deux azotes tertiaires et qu'elle est un dérivé monosubstitué de la pyridine parce qu'elle ne forme jamais, par oxydation, que de l'acide β-pyridine carbonique ou nicotianique. L'isodipyridine que M. Cahours et moi avons dérivée de la nicotine par simple déshydrogénation a servi de

---

[1] Az = 21,80; C = 36,63; H = 4,95. Théorie : Az = 21,53; C = 36,92; H = 4,61.

point de départ à cette dernière théorie. Mais, de ce fait que l'isodipyridine, $C^{10}H^{10}Az^2$, donne à l'oxydation de l'acide nicotianique il ne résulte pas nécessairement qu'elle soit l'hydrure d'un *dipyridyle* tel que :

$$Az \begin{matrix} \diagup C-C \diagdown \\ \diagdown C=C \diagup \end{matrix} C-C \begin{matrix} \diagup C-C \diagdown \\ \diagdown C=C \diagup \end{matrix} Az,$$

ou, en général, un monosubstitué.

» Quoi qu'il en soit, ces considérations ont conduit à diverses formules de constitution; l'une d'elles est celle que M. Pinner a récemment proposée à la suite de ses intéressantes recherches sur la ticonine et la cotinine :

$$\begin{matrix} (C^5H^4Az)-CH-CH^2 \diagdown \\ \quad | \qquad\qquad\quad CH^2. \\ CH^3-Az-CH^2 \diagup \end{matrix}$$

» De mon côté, pensant que les azotes de la nicotine ne sont pas tous deux tertiaires et qu'elle n'est pas un dérivé monosubstitué, j'ai été amené à résumer les faits connus jusqu'à ce jour dans une formule qui me paraît les représenter correctement :

$$\begin{matrix} & H & & H & \\ & C & & C-CH^2-CH^3 & \\ \diagup\!\!\diagup & & \diagdown \quad \diagup & {}^{(3)} & \diagdown \\ HC & & C_{(2)} & & {}_{(4)}CH^2 \\ | & & \| & & | \\ HC & & C_{(1)} & & {}_{(5)}CH^2 \\ \diagdown\!\!\diagdown & & \diagup \quad \diagdown & {}^{(6)} & \diagup \\ & Az & & AzH & \end{matrix}$$

» Voici ces faits :

» 1° La nicotine est active par le carbone (3); cette activité se conserve dans les hydrures et disparaît dans l'isodipyridine qui contient en moins $2H^2$, éliminés notamment au point (3), puis (4), (5), (6).

» 2° Outre un dihydrure, que j'ai décrit, la nicotine donne un hexahydrure (Pinner).

» 3° Par pyrogénation, il se fait presque exclusivement de la β-propylpyridine (Cahours et Étard).

» 4° Bien que l'oxydation attaque la nicotine en deux points (1) (2), il ne se fait jamais, dans ce cas, qu'un acide monosubstitué : l'acide nicotianique.

» 5° La nicotine, traitée à 200° par HCl ou HI saturés, ne donne jamais $CH^3Cl$ ou $CH^3I$; elle ne contient donc pas $= Az-CH^3$.

» 6° De la méthylamine se forme seulement aux dépens des oxynicotines de M. Pinner *pendant la destruction* de la base en acides oxalique, malonique, nicotianique, etc., acides dont la formule que je propose explique aisément la formation.

» Il restera à démontrer que, contrairement à ce que l'on admet, la nicotine renferme un groupe = AzH.

» II. Précédemment, j'ai signalé d'une façon sommaire la formation d'une base acétylée, et, dans la présente Note, je me propose d'étudier plus complètement cette question, importante au point de vue de la saturation des azotes.

» De la nicotine anhydre est mise en vase clos en présence d'anhydride acétique à molécules égales. Après quelques heures de chauffe à 150°, le liquide devient brun et un peu moins fluide, sans qu'il se fasse de pression.

» Le liquide brun de ces tubes est mis en présence d'un excès de soude concentrée et épuisé à l'éther. Trois couches se forment dans ces conditions : une d'éther, tenant en dissolution très peu de bases pyridiques ; une de soude aqueuse, et une intermédiaire qui, étant insoluble dans l'éther, n'est pas de la nicotine.

» La base acétylique distille vers 330° en se décomposant notablement; mais, par l'emploi du vide, on peut aisément isoler le produit principal qui est, après refroidissement, une matière incolore ayant la consistance de la glycérine, douée d'une faible odeur vireuse, fort soluble dans l'eau, insoluble dans les lessives concentrées et dans l'éther.

» Craignant une altération notable pendant la distillation, j'ai commencé par traiter une portion de base non distillée, séparée par la soude et lavée à l'éther. On transforme en chlorhydrate presque exactement neutralisé à la soude exempte de potasse et assez étendu, puis une faible dose de chlorure de platine est ajoutée. Après quelques heures, la solution s'est éclaircie par suite du dépôt d'un chloroplatinate brun visqueux. En renouvelant ce traitement deux ou trois fois, on obtient une solution d'où le chlorure de platine précipite une matière très abondante d'un beau jaune clair et qui, d'abord poisseuse, surtout en liqueur concentrée, finit par cristalliser dans l'eau mère platinique.

» L'analyse a montré que l'on obtenait un chloroplatinate identique en partant de la base distillée et le traitement est alors beaucoup plus simple.

» Le chloroplatinate d'acétylnicotine a une composition anormale au point de vue du chlore; il renferme : $C^{14}H^{21}Az^2O^3HClPtCl^4$,

$$(C = 26,5, \quad H = 3,6, \quad Pt = 30,3, \ 30,5; \quad Cl = 27,4, \ 27,5).$$

» Cette composition particulière du chloroplatinate s'explique par l'addition de l'anhydride acétique sur un groupe AzH, une seule molécule HCl peut alors se fixer pour donner un chlorhydrate, le second azote étant devenu quaternaire, et l'on doit avoir un acétochloroplatinate dont la saturation sur les azotes se représente par

$$\begin{array}{cccc} \mid & \parallel & \mid & \\ \mathrm{HC} & \mathrm{C} & \diagup \mathrm{CH^2} & \\ \diagdown\!\!\diagdown & \diagup \quad \diagdown & -\mathrm{CO-CH^3} & \\ \mathrm{H} \diagup \mathrm{Az} & \diagdown \mathrm{Cl} \quad \mathrm{Az} & -\mathrm{OH} & , \quad \mathrm{PtCl^4}. \\ & & \diagdown \mathrm{CO-CH^3} & \end{array}$$

» C'est comme hydrate d'ammonium quaternaire que l'acétylnicotine peut résister à l'action de la soude concentrée et donner encore, après son action, un chloroplatinate acétique. Les groupes acétyliques de la matière sont d'ailleurs bien en relation exclusivement avec l'azote et le platine, car le chloroplatinate ne se décompose que fort difficilement par l'hydrogène sulfuré et cette transformation étant effectuée à chaud, la base libérée n'est plus de l'acétylnicotine mais de la nicotine pure caractérisée par son sel platinique. L'acétylnicotine est donc bien en $Az^2$.

» *Conclusions.* — La nicotine se combine par simple addition à l'anhydride acétique, on a ainsi $C^{10}H^{14}Az^2.(C^2H^3O)^2O$.

» Les propriétés de cette combinaison lui assignent la constitution d'un hydrate quaternaire

$$[(C^{10}H^{13}Az) = Az(C^2H^3O)^2.OH],$$

ainsi que le montrent sa résistance aux alcalis concentrés et la composition de son chloroplatinate. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Pouvoirs rotatoires des dérivés de l'acide quinique.* Note de M. **S.-G. Cerkez**, présentée par M. Friedel.

« On trouvera dans les Tableaux suivants une série de mesures polarimétriques nouvelles relatives aux dérivés de l'acide quinique, dont les sels métalliques ont seuls été étudiés, jusqu'à présent, par M. Hesse ([1]), et surtout par M. Oudemans ([2]). Nous avons complété ces Tableaux en

---

([1]) Hesse, *Liebig's Annalen*, t. CLXXVI, p. 124.

([2]) Oudemans, *Rec. trav. chim. Pays-Bas*, t. V, p. 169.

transcrivant les mesures de M. Oudemans relatives aux sels métalliques dissous dans l'eau.

» Les groupes de composés sur lesquels nous avons opéré sont : les éthers de l'acide quinique en solution dans l'alcool, les sels métalliques en solution dans l'alcool, les sels des bases organiques en solution dans l'eau, et dans l'alcool à 95 pour 100 et 98,5 pour 100.

» Voici, en quelques mots, comment nous avons préparé ces composés :

» 1° Les éthers ont été obtenus en faisant réagir les iodures alcooliques sur le quinate d'argent; on chauffe pendant quelques heures au bain-marie, au réfrigérent ascendant. L'excès d'iodure est ensuite chassé par distillation et le produit de la réaction est repris par l'alcool; la solution alcoolique filtrée est évaporée jusqu'à poids constant; parfois elle doit être au préalable décolorée sur du noir animal.

» 2° Les quinates alcalins ont été préparés par double décomposition entre l'acide quinique et les carbonates. Ces sels sont seuls assez solubles dans l'alcool à 98,5 pour 100 pour se prêter à des mesures polarimétriques. Les observations se rapportent à des dissolutions saturées à la température ordinaire.

» Les sels de calcium, strontium, baryum, sont trop peu solubles dans l'alcool à 98,5 pour 100. Soit 0,030, 0,035 et 0,015 dans 100gr de solution.

» 3° Pour les quinates des bases organiques, des solutions dans l'eau ont été préparées en dissolvant en proportion équivalente les bases et l'acide quinique (privé de son eau de cristallisation); une première série d'observations polarimétriques se rapporte à des dissolutions aqueuses, une seconde à des dissolutions dans l'alcool à 95 pour 100, une troisième enfin, à des dissolutions dans l'alcool à 98,5 pour 100. Les bases organiques employées appartiennent à des familles chimiques différentes. Ce sont : la diéthylamine, l'aniline, la pyridine, la quinoléine.

*Quinates métalliques dans l'alcool à* 98,5 *pour* 100.

| | Poids de sel dans 100cc de dissolution. | Données polarimétriques | | Pouvoir rotatoire spécifique $(\alpha)_D$. | $(\alpha)_D$ calculé sur l'acide. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $\alpha$. | L. | | |
| | gr | | | | |
| Quinate de lithium ..... | 0,8867 | −0,81 | 6 | −15,2 | −15,7 |
| » d'ammonium ... | 0,9080 | −0,80 | 6 | −14,7 | −15,6 |
| » de sodium...... | 0,3467 | −0,09 | 2 | −13,6 | −14,5 |
| » de potassium ... | 0,3000 | −0,13 | 6 | − 7,2 | − 8,6 |

*Éthers quiniques dans l'alcool à 95 pour 100.*

| | Poids de substance dans 20$^{cc}$ de dissolution. | Données polarimétriques | | Pouvoir rotatoire spécifique $(\alpha)_D$. | $(\alpha)_D$ calculé sur l'acide. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | α. | L. | | |
| Quinate de méthyle ..... | gr 0,8996 | −2,56 | 2 | −28,6 | −30,6 |
| » d'éthyle ........ | 0,7505 | −1,98 | 2 | −26,4 | −28,8 |
| » de propyle ..... | 0,3476 | −0,46 | 1 | −26,4 | −32,6 |
| » d'isopropyle .... | 0,4420 | −0,61 | 1 | −27,6 | −34,0 |
| » d'isobutyle ..... | 0,6717 | −1,47 | 2 | −26,2 | −28,8 |
| » de benzyle ..... | 0,4690 | −0,29 | 0,5 | −24,7 | −36,9 |

*Quinates des bases organiques dans l'eau.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Acide quinique ......... | 0,3730 | −3,23 | 2 | −43,5 | » |
| Quinate de diéthylamine. | 0,6966 | −2,22 | 2 | −31,8 | −44,3 |
| » de pyridine ..... | 0,8378 | −2,55 | 2 | −30,0 | −43,5 |
| » d'aniline ....... | 0,7078 | −2,02 | 2 | −28,5 | −42,8 |
| » de quinoléine ... | 0,4127 | −1,12 | 2 | −27,4 | −45,9 |

*Quinates des bases organiques dans l'alcool à 95 pour 100.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Acide quinique ......... | 0,3480 | −1,13 | 2 | −32,5 | » |
| Quinate de diéthylamine. | 0,3638 | −0,45 | 2 | −12,4 | −17,2 |
| » de pyridine ..... | 0,3629 | −0,91 | 2 | −25,1 | −35,7 |
| » d'aniline ....... | 0,4060 | −0,93 | 2 | −22,9 | −34,4 |
| » de quinoléine ... | 0,2158 | −0,48 | 2 | −22,3 | −37,7 |

*Quinates des bases organiques dans l'alcool à 98,5 pour 100.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Quinate de diéthylamine. | 0,2029 | −0,29 | 2 | −14,3 | −19,9 |
| » de pyridine ..... | 0,3617 | −0,99 | 2 | −27,1 | −38,6 |
| » d'aniline ....... | 0,5277 | −1,30 | 2 | −27,6 | −37,0 |
| » de quinoléine ... | 0,3623 | −0,82 | 2 | −22,6 | −38,9 |

*Quinates métalliques dans l'eau (Oudemans).*

| | Solution | | |
|---|---|---|---|
| | concentrée. | diluée. | $(\alpha)_D$ calculé sur l'acide. |
| Acide quinique $(\alpha)_D$ ......... | −45,5 à | −46,7 | −48,6 |
| Quinate de potassium $(\alpha)_D$ ... | −40,6 | −41,5 | −48,6 |
| » de sodium $(\alpha)_D$ ...... | −42,9 | −44,3 | −48,9 |
| » d'ammonium $(\alpha)_D$ ... | −44,0 | −44,9 | −47,9 |
| » de baryum $(\alpha)_D$ .... | −34,6 | −35,8 | −46,8 |
| » de strontium $(\alpha)_D$ ... | −37,9 | −47,4 | −48,7 |
| » de calcium $(\alpha)_D$ ..... | −44,0 | −47,0 | −48,4 |
| » de magnésium $(\alpha)_D$ .. | −42,9 | −48,1 | −47,3 |
| » de zinc $(\alpha)_D$ ........ | −42,9 | −46,9 | » |

» L'ensemble de ces mesures donne lieu aux remarques suivantes :

» 1° Si l'on considère les observations relatives aux éthers quiniques et aux quinates métalliques dans l'alcool, on voit que l'introduction de radicaux hydrocarbonés et de métaux diminue le pouvoir rotatoire de l'acide quinique.

» 2° Les quinates des bases organiques dans l'alcool donnent des résultats différents des quinates métalliques; la diéthylamine, qui est une base forte, fait seule exception : le quinate de cette base a un pouvoir rotatoire très voisin de celui des quinates métalliques. Ce fait semble indiquer que les autres bases organiques ne se combinent pas avec l'acide quinique en solution alcoolique.

» 3° D'après les idées généralement reçues, les sels seraient fortement dissociés dans les dissolutions aqueuses. Dans ce cas, les pouvoirs rotatoires calculés sur la quantité d'acide quinique qui serait en solution si le sel était complètement dissocié, doivent conduire à des valeurs d'autant plus voisines du pouvoir rotatoire de l'acide quinique que la dissociation est plus complète. Afin de faciliter cette comparaison, on a inscrit, dans la dernière colonne des Tableaux, les valeurs de $(\alpha)_D$ calculées sur l'acide quinique. On sait que ce mode de calcul a déjà été employé par M. Oudemans.

» De l'inspection de ces valeurs il résulte :

» *a*. Que les éthers quiniques, les quinates métalliques et le quinate de diéthylamine doivent être peu dissociés dans l'alcool.

» *b*. Que les autres sels sont, au contraire, fortement dissociés dans l'eau et dans l'alcool. En effet, la valeur $(\alpha)_D$, calculée sur l'acide, est en moyenne

de : — 48,2 pour les quinates métalliques dans l'eau (Oudemans),
— 44,2 » ». de bases organiques dans l'eau,
— 35,9 » » » » dans l'alcool à 95,5 pour 100,
— 38,2 » » » » » à 98,5 pour 100.

Nombres voisins des pouvoirs rotatoires de l'acide quinique dans l'eau et dans l'alcool, soit — 43,5 (— 45,5 à — 46,7 d'après M. Oudemans) et — 32,5.

» On remarquera en outre que les quinates métalliques et les quinates des bases organiques dans l'eau ne conduisent pas à la même valeur $(\alpha)_D$ calculée sur l'acide, ce qui serait conforme à la théorie de la dissociation électrolytique. En effet, dans cette conception, les premiers doivent être dissociés en ions, tandis que les seconds ne peuvent guère être que dissociés en acide et en base, en raison de ce fait, que les acides organiques

et les bases organiques donnent, en cryoscopie, des abaissements normaux (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés et constitution du rhodinol de l'essence de roses*. Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« Le principe chimique défini contenu dans la partie liquide de l'essence de roses, connu sous le nom de *rhodinol*, a été étudié par plusieurs savants; récemment M. Eckart (²) a montré que le rhodinol $C^{10}H^{18}O$ était un alcool primaire actif contenant deux liaisons éthyléniques et donnant de l'acide valérianique comme produit de destruction sous l'influence des oxydants. Comme on le voit par ces diverses propriétés, le rhodinol est un isomère du licaréol et du géraniol.

» J'ai étudié sur cet alcool l'action de l'acide chlorhydrique gazeux et celle de l'anhydride acétique, ce qui m'a permis, en tenant compte des résultats précédemment obtenus par M. Eckart, d'en déterminer la constitution et le genre d'isomérie.

» Le rhodinol qui m'a servi possède rigoureusement la composition correspondant à la formule $C^{10}H^{18}O$, c'est un liquide huileux, bouillant sans décomposition à 126°,5 sous une pression de $16^{mm}$; sa densité à 0° est égale à 0,8956, ses indices sont

$$n_r = 1,4653, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4795, \qquad \lambda_b = 452,6.$$

» Son pouvoir rotatoire à 25° est $[\alpha]_D = -2°,37'$.

» Soumis à l'action du gaz chlorhydrique sec, en refroidissant, le rhodinol perd de l'eau et donne un dichlorhydrate liquide bouillant à 147° sous une pression de $18^{mm}$; la densité à 0° de ce liquide est 1,051.

» L'acide chlorhydrique agissant comme déshydratant, la chaîne s'est fermée en donnant naissance à un groupement cyclique, le dichlorhydrate liquide de dipentène; en effet, ce dernier, traité par une dissolution acétique bouillante d'acétate de potassium, m'a donné le dipentène avec son bromure caractéristique fusible à 124°.

(¹) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université, juillet 1893.

(²) Eckart, *Archiv der Pharmacie*, t. CCXXIX, p. 355.

» La discussion des résultats obtenus par M. Eckart et par moi conduit pour le rhodinol à la formule de constitution suivante :

$$\begin{array}{l} \quad\ \ C^3H^7 \\ \quad\quad\ | \\ CH-CH-CH^2OH \\ \| \\ CH-C\ \ =CH^2 \\ \quad\quad\ | \\ \quad\ \ CH^3 \end{array}$$

» Cette expression est identique à la première des deux formules (¹) entre lesquelles j'ai été amené à choisir pour représenter la constitution du licaréol. Le rhodinol donnant par oxydation de l'acide valérianique, cette formule exprime parfaitement l'ensemble des réactions et des propriétés chimiques de cet alcool.

» De même que dans le cas du licaréol et pour les mêmes raisons, elle permet de prévoir l'existence de deux isomères stéréochimiques, l'un stable et l'autre instable, ce dernier transformable dans le premier par chauffage avec l'anhydride acétique.

» J'ai donc soumis le rhodinol à l'action de l'anhydride acétique en vase clos à 180°; dans ces conditions, il ne se forme que de l'éther rhodinolacétique $C^{10}H^{17}OC^2H^3O$ : c'est un liquide incolore, mobile, d'odeur agréable, bouillant à 131° sous une pression de $15^{mm}$; sa densité à 0° est égale à 0,9214; ses indices sont :

$$n_r = 1,4526, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4661, \qquad \lambda_b = 452,6.$$

» Saponifié par la potasse alcoolique, cet éther régénère le rhodinol non modifié et présentant les caractères ci-dessus mentionnés.

» D'après cette expérience, le rhodinol de l'essence de roses constitue la modification stable à laquelle correspond une modification instable, encore inconnue, capable de reproduire la première sous l'action de l'anhydride acétique. »

(¹) Ph. Barbier, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1062; 1893.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Lois de l'évolution de la digestion; leur interprétation.* Note de M. **J. Winter** (¹), présentée par M. A. Gautier.

« Il est un élément qui n'a jamais été pris en considération dans l'analyse du suc gastrique : *le résidu fixe dissous.*

» L'objet principal du travail stomacal étant la dissolution des matières alimentaires, il semble rationnel de chercher à déterminer la quantité de matière dissoute. Ce problème de la totalisation est complexe, sinon insoluble, l'estomac n'étant pas une poche imperméable et close. Aussi n'est-ce point ce côté de la question que j'envisage aujourd'hui, mais les déductions remarquables auxquelles conduit l'étude des variations du résidu pour l'interprétation des lois d'évolution étudiées dans ma Note précédente.

» Cette étude montre, d'une façon générale, que le résidu fixe est toujours faible, contrairement à ce que l'on pouvait croire, ce qui indique ou bien que le travail stomacal utile est très restreint ou que l'estomac évacue ou résorbe les matières au fur et à mesure de leur dissolution. Retenons seulement ce fait qui découle d'expériences fort nombreuses : c'est que le résidu *ne dépasse pas normalement une limite maxima remarquable* que nous allons fixer plus loin.

» Soit R ce résidu. Voici, très succinctement, les variations de R chez le chien sans fistule. Il est indispensable de les connaître.

» I. *Repas d'eau distillée seule.* — R reste petit. Même au maximum de concentration, il n'est que peu supérieur à T (chlore total), exprimé en NaCl. *Il croît en fonction du temps.*

» II. *Repas d'eau et de viande.* — Deux phases bien distinctes dans l'accroissement de R.

» Dans la première, R reste constant ou tend vers une limite constante jusqu'au temps $t$. Dans la deuxième, à partir de $t$, R croît régulièrement *en fonction du temps. $t$ coïncide avec le moment où la courbe* C (*chlore organique*) *change de direction.* Cette constatation établit nettement une relation entre C et R. Le rapport $\frac{R}{C}$ varie, dans la suite, en fonction du temps. Il sera étudié prochainement.

---

(¹) Voir la Note précédente, *Comptes rendus* du 3 juillet 1893. (Travail du laboratoire de M. Hayem.)

» Les deux phases de R coïncident donc avec les deux phases établies précédemment pour les éléments chlorés.

» Si, comme cela est le cas ici, le liquide gastrique ne renferme que peu ou pas de substances volatiles, R est proportionnel à la densité, c'est-à-dire à la *tension osmotique* ([1]) du liquide. Cette tension peut, comme nous le verrons plus tard, être déterminée très rigoureusement d'une autre manière.

» Envisageons donc R comme l'expression de la *tension osmotique* et appliquons cette notion aux lois énoncées précédemment.

» Le cadre de cette Note ne me permettant aucun développement, je résume à grands traits.

» Soit un estomac à jeun et vide. Toutes les cellules de la paroi sont en équilibre de tension, c'est-à-dire au repos. Faisons ingérer de l'eau distillée, dont la tension est nulle. *En vertu de la différence de tension et de l'excitation vasomotrice ainsi provoquées*, il s'établit immédiatement un courant osmotique progressivement décroissant entre l'eau ingérée d'une part et les plasmas cellulaire et sanguin de l'autre.

» La tension (densité) cellulaire diminue, celle du liquide extérieur augmente constamment et avec elle la *résistance* à la diffusion des éléments cellulaires et sanguins. La vitesse de diffusion pour chaque substance doit donc décroître en raison directe de l'accroissement de la tension extérieure. C'est ce que démontrent et c'est ce qui explique l'uniformité et la nature parabolique de nos courbes de la première phase et la *constance* des rapports.

» Au temps $\theta$, à partir d'une dilution déterminée ([2]) que je préciserai ultérieurement, certains éléments cellulaires se modifient (saponification d'éthers phosphorés complexes) et réagissent sur les chlorures (calciques sans doute) pendant le temps infiniment petit $dx$. Il en résulte de l'HCl *libre* et une diminution correspondante, pendant le temps $dx$, de la tension extérieure, c'est-à-dire de la résistance. De là, *accélération de la diffusion* pendant une autre période $dx$, nouvelles réactions et ainsi de suite.

» A partir du temps $\theta$, l'accélération de T doit donc augmenter, F (chlorures fixes) ralentir et H apparaître. *C'est en effet ce que montre l'expérience.* Nous sommes ainsi dans la période de réaction où la décomposition sur place des chlorures se produit progressivement comme je l'avais indiqué depuis longtemps.

---

([1]) La tension osmotique est l'attraction que les molécules solides d'une solution exercent sur les molécules liquides environnantes.

([2]) Et vraisemblablement aussi d'une température déterminée.

» Suivant l'intensité des réactions cellulaires et stomacales et l'abondance de R, T peut croître avec une accélération très variable, ainsi que F et H.

» Quand on ne donne que l'eau seule, C reste *constant* à partir du temps $t$ voisin de 0; mais, si l'on ajoute des aliments solides, ils se dissolvent à partir de $t$, C et R augmentent en fonction du temps et avec eux la tension du liquide extérieur. Cette augmentation de la tension est d'autant plus rapide que la *résorption et l'évacuation sont moindres pour une même accélération de* C. La marche de T qui résume l'ensemble sera donc d'autant plus *retardée* que la tension augmente plus vite. On voit ainsi tout le secours que l'analyse peut fournir à l'étude d'une digestion : le calcul permet de préciser tous les faits. J'en donnerai les développements peu à peu.

» Ces considérations font prévoir que l'accroissement de R doit être, normalement, limité par *la tension osmotique du plasma sanguin. L'expérience vérifie pleinement cette déduction théorique.* Mais R atteint rarement cette limite supérieure.

» En résumé, le processus digestif commence et évolue sous l'influence constante de la différence entre les tensions osmotiques du liquide stomacal et du plasma sanguin. Cette différence est réglée par les phénomènes vasomoteurs (action initiale), par les phénomènes réactionnels dépendant de l'état de la muqueuse, et enfin par le pouvoir de résorption et d'évacuation de l'organe.

» La composition du plasma sanguin joue donc un grand rôle. J'y reviendrai sous peu.

» Il serait facile de généraliser ces notions à la vie cellulaire de tout l'organisme. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *L'élasticité du muscle diminue-t-elle pendant la contraction?* Note de M. **N. Wedensky**, présentée par M. A. Chauveau.

« Un des phénomènes les plus curieux de la physiologie générale du muscle consiste en ce que le muscle, en se contractant, change ses propriétés comme corps élastique, de telle façon que sous l'influence d'un même poids il subit un allongement bien plus grand qu'à l'état de repos. Et cependant les dimensions du muscle contracté (la longueur plus courte et la section transversale plus grande) auraient pu faire croire à l'inverse, si les lois physiques connues étaient applicables au muscle. Ce fait a été signalé par E. Weber et fut confirmé par plusieurs autres savants. Pour

expliquer ce phénomène étonnant, on a été amené à admettre que le muscle présente deux formes naturelles : une à l'état de repos et l'autre à l'état d'activité.

» Je vais démontrer que la constatation de Weber, *une plus grande extensibilité du muscle à l'état de contraction qu'au repos*, n'est juste qu'à moitié, car le muscle contracté présente aussi, *à côté du phénomène de plus grande extensibilité, une extensibilité beaucoup moindre que celle qu'il accuse à l'état de repos*. Il faut chercher l'explication de ces phénomènes contradictoires, non pas dans les changements des propriétés élastiques du muscle par la contraction; mais, au contraire, dans les *changements de l'excitabilité et de la contractilité que le muscle subit sous l'action du poids* (1).

» Les données expérimentales qui font l'objet de ma Communication étant nées des considérations théoriques, j'exposerai tout de suite ces dernières. Admettons deux suppositions :

» I. Le poids suspendu au muscle agit lui-même comme irritant. Ce qui peut être admis, en prenant en considération les anciennes observations de Fick et de Haidenhain, la production plus facile de la contraction induite (secondaire) par le muscle chargé ou tendu (Matteucci, Meissner et Biedermann), ainsi que quelques nouvelles données (von Kries, Schenck et d'autres).

» II. Le poids irritant, se surajoutant à la stimulation du muscle par l'irritant appliqué, peut agir de façon double sur la contraction musculaire, tantôt en renforçant celle-ci, tantôt en l'affaiblissant.

» Cette seconde supposition ne pouvait être émise tant qu'on estimait que plus l'irritation tétanique est intense, plus elle est apte à provoquer un tétanos et qu'on tenait la fréquence des courants pour un facteur presque indifférent. Pour moi, au contraire, cette supposition s'impose nécessairement, la première étant admise. En effet, j'ai démontré dans mes recherches précédentes : *a*. Que, en appliquant au nerf toujours des courants induits maxima, on n'obtient le tétanos maximum qu'avec des courants d'une fréquence déterminée (*optimum de fréquence*); en augmentant la fréquence au delà, la contraction tétanique diminue (juste comme dans le cas de la diminution de la fréquence), si bien qu'on peut arriver à une fréquence telle que le muscle se relâche complètement (*pessimum de fréquence*); *b*. Que les courants induits à fréquence plus grande que l'optimum ne provoquent la contraction la plus forte que lorsqu'ils agissent sur le nerf avec une intensité assez modérée (*optimum d'intensité*); le muscle se relâche au contraire quand leur intensité approche du maximum (*pessimum d'intensité*), pour reprendre ses contractions à la suite d'un nouvel affaiblissement de l'intensité (cette seconde règle *b* ne s'applique pas au muscle curarisé).

---

(1) Ma thèse n'est nullement contraire à la doctrine d'après laquelle la contraction même liée au développement des forces élastiques dans le muscle, doctrine qui a été récemment soutenue d'une façon si forte par M. Chauveau; bien plus, mes expériences doivent débarrasser cette doctrine de quelques difficultés.

» Or, il fallait s'attendre à ce que le poids irritant, se surajoutant à la stimulation par le suboptimum, la ferait s'approcher de l'effet de l'optimum et que le même poids, en agissant sur le muscle stimulé avec l'irritant optimum ou subpessimum, rapprocherait, au contraire, l'effet de celui du pessimum. Dans le premier cas, le muscle chargé produirait la contraction plus forte que le muscle non chargé; dans le second cas, c'est le contraire qui aurait lieu.

» J'ai vérifié effectivement ces considérations théoriques et j'ai relié les suppositions I et II l'une à l'autre par l'expérience suivante : j'applique un courant tétanisant au nerf à de certains intervalles assez longs (deux minutes) et pour un temps assez court (par exemple dix secondes). J'enregistre les tétanos produits, une fois quand le muscle est faiblement chargé, et une autre fois quand la charge est plus grande; de nouveau, comme la première fois, le muscle étant faiblement chargé et ainsi de suite. Dans une série, les tétanos sont produits par une irritation subopt. restant toujours la même; dans la seconde série agit, au contraire, toujours une irritation subpess.

» L'influence de la charge est, en réalité, tout à fait différente dans ces deux séries de tétanos. Comme exemple, je citerai ici les hauteurs des tétanos enregistrés par le muscle gastrocnémien de grenouille avec des poids différents dans la série A quand son nerf était excité par la fréquence subopt. (20 irritations par seconde) et dans la série B par la fréquence subpess. (160 irritations par seconde) :

| | Charge.............. | 5gr. | 50gr. | 100gr. | 200gr. |
|---|---|---|---|---|---|
| Hauteur des tétanos en millimètres. | Série A....... | 32 | 37 | » | 40 |
| | Série B....... | 34 | 31 | 26 | » |

» La comparaison de subopt. et subpess. de fréquence (intensité maximum) présentait toujours des différences plus tranchées que la comparaison de subopt. et subpess. d'intensité (fréquence subpess.). Ce fait m'a fait présumer que le poids exerce une influence non seulement sur la valeur de toutes les excitations qui arrivent au muscle, mais aussi sur leur rythme. Pour jeter un coup d'œil sur la manière intime dont s'exerce l'action du poids sur le muscle contracté, j'ai repris l'étude des courants d'action du muscle au moyen du téléphone. En excitant le nerf avec des courants peu fréquents, on s'aperçoit au téléphone que la charge suspendue produit, d'une part, un renforcement du son téléphonique et fait apparaître, d'autre part, des bruits singuliers, ce qui pourrait être considéré comme un équivalent de l'augmentation de la fréquence. Le premier phénomène (le renforcement du son) est d'autant plus concluant que la manifestation téléphonique renforcée accompagne l'état allongé du muscle, c'est-à-dire quand la résistance dans le circuit du téléphone est augmentée. Le second phénomène se trouve en accord parfait avec des courbes myographiques, celles-ci prenant, par l'action du poids suspendu, la marche caractéristique pour des irritations à une fréquence plus grande.

» Après avoir élucidé la manière d'agir du poids sur le muscle contracté, j'ai pu *reproduire artificiellement* tous les phénomènes dus à l'action de cet irritant *sui generis*, en le remplaçant par des courants induits fréquents et très faibles appliqués aux deux extrémités du muscle ou bien à une partie inférieure du nerf, tandis que l'irritant subopt., *respectivement* subpess., agissait sur la partie supérieure du nerf.

» Dès à présent il y avait tout lieu de reprendre les expériences sur le

chargement et le déchargement du muscle pendant une tétanisation prolongée. Les manifestations musculaires furent très compliquées et variables; et, néanmoins, elles furent parfaitement conformes à mes idées et, pour partie essentielle, prévues d'avance. En appliquant à un muscle contracté *le même poids*, on peut produire un allongement du muscle *beaucoup plus faible ou bien beaucoup plus grand que celui qu'on obtient à l'état de repos*. L'un ou l'autre effet ne dépend pas du *degré de la contraction du muscle*, mais il dépend *du caractère de l'irritant qu'on lui applique*.

» Il est entendu que toutes ces expériences ont été faites non seulement sur le muscle gastrocnémien, mais aussi sur les muscles à structure plus régulière, comme par exemple le muscle sartorius.

» Comme le muscle curarisé, étant soumis à des excitations à fréquence différente, s'est montré en même relation avec la charge que le muscle normal, je n'hésite pas à soutenir que la charge comme irritant agit directement sur la substance musculaire, et que son action sur les éléments nerveux inclus dans la masse du muscle n'ajoute rien d'essentiel.

» Je ne puis me livrer ici à l'exposé de mes expériences correspondantes faites avec le *Spannungsanzeiger* de Fick, ainsi qu'à l'analyse de l'influence de la charge sur les secousses isolées. Tout cela, aussi bien que l'interprétation nouvelle, conforme, à mon point de vue, aux faits souvent bien contradictoires décrits par Weber et ses successeurs; tout cela est exposé par moi dans un Mémoire qui va être présenté à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, et sera accompagné des myogrammes nécessaires.

» Si nous admettons que la charge agit comme un irritant sur un muscle contracté et masque ainsi sa propre action sur les propriétés élastiques, il n'y a pas de raison pour ne pas admettre la même action d'une charge appliquée au muscle en repos. Évidemment, dans ce cas, la courbe d'allongement du muscle devrait aussi être compliquée par ce facteur. Je dispose déjà, à l'heure qu'il est, de quelques indications parlant en faveur de cette idée. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le mécanisme de la production de la lumière chez l'*Orya barbarica *d'Algérie*. Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Blanchard.

« La découverte de la propriété photogène chez l'*Orya barbarica* d'Algérie est de date relativement récente. Ce beau géophile a été observé pour la première fois, à l'état lumineux, presque au même moment par M. Ra-

phaël Blanchard à El Kantara (avril 1888) et par M. J. Gazagnaire à Nemours (mai 1888).

» M. Gazagnaire a signalé, en outre, un certain nombre de particularités importantes [1]; la substance phosphorescente est excrétée par des pores siégeant sur les lames sternales et épisternales, sous forme d'un fluide visqueux, jaunâtre, d'une odeur *sui generis*, insoluble dans l'alcool et se desséchant rapidement à l'air.

» J'avais moi-même observé, en septembre 1887, sur des *Scolioplanes crassipes*, qui m'avaient été envoyés de la Fère (Aisne), par M. Huet, que la liqueur lumineuse était excrétée par la face ventrale du corps, contrairement à une opinion que j'avais émise antérieurement; mais je n'avais pas publié cette observation, me réservant de la compléter plus tard. N'ayant pu me procurer de nouveaux Scolioplanes, je suis allé en Algérie chercher l'*Orya barbarica*.

» Non seulement j'ai constaté l'exactitude des faits annoncés par M. Gazagnaire, mais j'ai pu surtout, grâce à l'emploi du microscope, dont ce savant ne s'était pas servi, faire de nouvelles observations qui confirment de la manière la plus nette l'exactitude de la théorie définitive du mécanisme de la photogénie, tel qu'il a été exposé dans mon dernier travail sur la Pholade dactyle [2].

» Les faits que j'ai signalés dans diverses Communications antérieures sont exacts, mais leur interprétation a parfois varié par la découverte de faits nouveaux; mais aujourd'hui il ne peut subsister d'incertitudes en raison de la facilité d'observation et d'expérimentation que présente l'*Orya barbarica*, chez lequel la substance lumineuse est sécrétée par des organes spéciaux et peut être recueillie à l'état de pureté.

» Cette substance est formée dans des glandes hypodermiques, unicellulaires, piriformes, de 8 à 10 centièmes de millimètre de longueur et de 5 à 6 de largeur. Sur les coupes de 1 centième de millimètre d'épaisseur, colorées au bleu de méthylène ou à l'hématoxyline, on distingue dans le protoplasma glandulaire granuleux de nombreuses gouttelettes arrondies ou ovoïdes que l'on retrouve dans le produit excrété. Ces gouttelettes, que des observateurs ont prises, chez d'autres animaux pathogènes, pour de

---

(1) J. Gazagnaire, *La phosphorescence chez les Myriopodes* (*Bulletin de la Société zoologique de France*, t. XIII, p. 182).

(2) R. Dubois, *Anatomie et physiologie comparées de la Pholade dactyle*. Paris, G. Masson; 1892.

la matière grasse, ne noircissent pas par l'acide osmique et présentent les caractères histochimiques du protoplasme ou des albuminoïdes condensés. Aussitôt après leur contact avec l'air libre, on voit naître à leur centre un point très réfringent; elles ont alors la forme qui m'a fait donner à ces corpuscules, que l'on rencontre dans tous les organes lumineux, le nom de *vacuolides*. Ce point réfringent devient le centre d'un cristal ou plutôt d'un groupe de cristaux. La matière protoplasmique excrétée passe ainsi de l'état colloïdal à l'état cristalloïdal sous les yeux de l'observateur, pendant que la lumière se produit. Au bout de quelque temps, la préparation est remplie exclusivement de magnifiques cristaux en fougères ou en longues aiguilles prismatiques fasciculées.

» Le contact de l'air est nécessaire et active la luminosité, mais celui de l'eau ne l'est pas moins.

» C'est qu'il ne s'agit pas ici d'un phénomène banal d'oxydation, car la matière frottée entre les doigts ou desséchée rapidement s'éteint, mais peut reprendre tout son éclat quand on l'humecte avec un peu d'eau. En outre, le produit excrété est *franchement acide*, ce qui confirme l'inexactitude de l'hypothèse de Radzizewski expliquant la photogénie animale par une oxydation lente en milieu alcalin.

» L'oxygène permet la respiration des corpuscules protoplasmiques passant de l'état colloïdal à l'état cristalloïdal, c'est-à-dire de la vie à la mort. Cette respiration n'est véritablement active que dans un protoplasme convenablement hydraté, et l'eau est nécessaire pour que la cristallisation s'opère dans des conditions favorables à l'émission de la lumière. L'oxygène sert à produire la substance cristallisable, avec le concours de l'eau, et l'eau permet la cristallisation photogène.

» Ce sont ces deux états successifs de la matière photogène qui m'avaient conduit autrefois à penser qu'il y avait deux substances distinctes réagissant l'une sur l'autre.

» En réalité, il n'y a que deux états successifs d'une même substance modifiée par l'oxygène et l'eau, et à laquelle je conserverai le nom de *luciférine* jusqu'à ce que sa structure atomique ait pu être déterminée.

» Les préparations remplies de cristaux qui accompagnent cette Note montrent que le phénomène est des plus faciles à observer chez l'*Orya barbarica*. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune pélagique des lacs du Jura français.* Note de MM. **Jules de Guerne** et **Jules Richard**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La faune pélagique des lacs du Jura français n'avait été l'objet d'aucune étude, lorsque, en 1890, l'un de nous y entreprit des recherches à ce point de vue spécial. Aux produits de pêches faites d'abord dans les lacs de Saint-Point (Jura), de Chalain (Doubs), de Génin, de Nantua et de Sylans (Ain) sont venus s'ajouter récemment des matériaux de grande valeur. Nous en sommes redevables à M. l'ingénieur A. Delebecque qui a bien voulu se charger de les recueillir, suivant nos indications, au cours de ses importants travaux hydrographiques ([1]).

» En y comprenant les lacs déjà cités et où de nouvelles pêches ont, d'ailleurs, été pratiquées parfois en des saisons différentes, nous possédons des spécimens de la faune pélagique de 21 lacs situés dans les départements de l'Ain (3), du Doubs (3) et du Jura (15).

» Le nombre des localités explorées et les dates très diverses où les recherches ont eu lieu (dans une période comprise entre le 25 février et le 23 octobre) donnent à notre étude un grand caractère de généralité. Il est donc vraisemblable que des travaux ultérieurs ne modifieront guère nos conclusions, excepté toutefois pour les animaux délicats, dont l'examen doit être fait sur place à l'état vivant.

» Les pêches ont fourni en totalité : 6 Rotifères déterminables et 18 Crustacés (10 Cladocères et 8 Copépodes). En voici l'énumération :

» Rotifères : *Conochilus volvox* Ehrenb., *Asplanchna priodonta* Gosse, *Polyarthra platyptera* Ehr., *Triarthra longiseta* Ehr., *Anuræa cochlearis* Gosse, *Notholca longispina* Kellicott.

» Cladocères. — *Sida crystallina* O.-F. Müll., *Daphnella Brandtiana* Fischer, *Daphnia longispina* Leydig, *var.*, *D. hyalina* Leyd., *D. Jardinei* Baird, var. *apicata* Kurz, *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Bosmina longirostris* O.-F. Müll., *Alona affinis* Leyd., *Chydorus sphæricus* O.-F. Müll., *Bythotrephes longimanus* Leyd.

» Copépodes. — *Cyclops strenuus* Fischer, variété voisine de *C. abyssorum* Sars, *C. Leuckarti* Sars, *Diaptomus cœruleus* Fischer, *D. gracilis* Sars, *D. graciloïdes* Lillj., *D. denticornis* Wierj., *D. laciniatus* Lillj., *Heterocope saliens* Lillj.

» En ce qui concerne les Rotifères, la seule particularité à noter est la vaste répar-

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 1891, 1892 et 1893.

tition de *Notholca longispina* (il s'est rencontré dans treize lacs); nous avons signalé maintes fois l'immense extension géographique de ce type, dont la dissémination est singulièrement facilitée par les longues épines de sa carapace, à laquelle les œufs restent d'ailleurs fixés.

» Parmi les Cladocères, une espèce, *Bythotrephes longimanus*, est nouvelle pour la faune française. Elle a été prise dans un seul lac, celui de Saint-Point, qui se trouve être à la fois l'un des plus étendus ($398^{ha}$), des plus profonds ($40^{m},30$) et des plus élevés ($848^{m},95$ à l'étiage) du Jura français. Ce Polyphémide, dont la taille peut atteindre jusqu'à $6^{mm}$ (appendice caudal compris), n'est pas rare dans cette localité. On sait que Pavesi l'a considéré comme l'un des éléments principaux de la nourriture des Salmonides. Tout récemment, sa distribution verticale dans les lacs du Holstein, où Zacharias l'a découvert en 1892, a été étudiée par Apstein.

» Le même naturaliste s'est efforcé, en outre, d'évaluer avec précision, et suivant les diverses époques de l'année, la masse alimentaire que peut offrir aux Poissons ce Crustacé plein d'intérêt au point de vue pratique. La présence de *Bythotrephes* dans le lac de Saint-Point devra donc être notée par tous ceux que préoccupe la mise en valeur des eaux du Jura. Nous croyons, du reste, que cette espèce serait facile à introduire dans la plupart des lacs de la contrée où les conditions biologiques sont presque semblables.

» Un autre Cladocère, *Daphnia Jardinei* var. : *apicata*, ne s'est rencontré que dans une pêche, au lac de Malpas (Doubs).

» Parmi les Copépodes, un Calanide, *Heterocope saliens*, est également nouveau pour la faune française. Il ne paraît exister qu'au lac de Saint-Point, en compagnie de *Bythotrephes longimanus*. On remarquera la présence, à l'état pélagique, dans le Jura, de cinq espèces distinctes du genre *Diaptomus*. Deux d'entre elles méritent une mention particulière. Ce sont les *D. denticornis* trouvé seulement dans le lac de Chalain, le plus grand et l'un des plus profonds du département du Doubs (superficie $232^{ha}$, profondeur maximum $34^{m}$) et *D. laciniatus*. Ce dernier existe à Saint-Point et à Remoray (Doubs), à Chalain, dans les deux lacs de Clairvaux et à Narlay (Jura).

» Il est à remarquer qu'aucun *Diaptomus* n'a été pris dans les lacs du département de l'Ain. Deux espèces de *Cyclops* s'y multiplient par contre, en extrême abondance, et y constituent avec leurs embryons à tous les âges, quelques Cladocères, des *Anuræa* (*A. cochlearis*, en particulier) un *Dinobryon* indéterminé et *Ceratium longicorne* Perty, la masse presque entière et fort abondante du *Plankton*. Les produits des pêches de M. Delebecque, exécutées avec le même filet, à la même vitesse, aux mêmes heures, les conditions de température et de lumière restant les mêmes, ces produits étant, d'ailleurs, toujours recueillis pour être conservés par un procédé identique, fournissent nombre de documents curieux. Ceux-ci pourraient sans doute être utilisés dans la pratique de la pêche et de la pisciculture sans qu'il soit besoin de mettre en usage les méthodes de haute précision imaginées et employées aujourd'hui en Allemagne (Hensen, Apstein, Lauterborn).

» Quoi qu'il en soit, à Nantua par exemple, le 10 octobre, une pêche exécutée à $2^{m}$ de profondeur et ayant duré neuf minutes fournit, à $2^{h}$ de l'après-midi, $12^{cc},2$ de matière vivante. A $2^{h}\,10^{m}$, le même jour à $30^{m}$, on recueille en huit minutes $16^{cc},5$ de

*Plankton*. Dans le même lac, le 25 février, à 2h également, une pêche de dix minutes, à la surface, ne produit que 0cc,1.

» Dans le lac de Sylans, le 20 octobre, à 9h du matin, une pêche exécutée à 2m de profondeur donne, en dix minutes, 9cc,2 de *Plankton;* une seconde pêche, d'égale durée, faite aussitôt après à 10m, ne rapporte que 4cc,8 de la même matière. Le 13 mars, à 2h de l'après-midi, une pêche prolongée pendant vingt minutes, à 2m, donne seulement 0cc,2.

» A Saint-Point, le 21 septembre, trois pêches de dix minutes chacune, faites respectivement à 9h, 9h10m et 10h du matin fournissent, la première à 0m,20, la seconde à 15m et la troisième à 30m de profondeur : 1cc,3, 5cc,7 et 9cc,1 de *Plankton*. A Rémoray, lac très voisin du précédent, on obtient en dix minutes également, le 21 septembre, à 5h de l'après-midi, 6cc,6, à 0m,30 de profondeur et près du double, 12cc,5 le 23 septembre, à midi, par 12m de profondeur, peut-être à cause de l'intensité de la lumière et de l'élévation de la température. A Chalain, le 8 avril, deux pêches de dix minutes chacune exécutées à 3h et à 3h 10m de l'après-midi donnent l'une, à 2m, 12cc, l'autre, à 10m, 3cc,9 de *Plankton*.

» Toutes les conclusions que comportent les recherches exposées ci-dessus ne sauraient être développées ici. Ce qui précède suffit à montrer quel vaste champ d'études peut encore fournir l'exploration des lacs aux naturalistes qu'intéresse la Zoologie pure, la pratique de la pêche et l'élevage du Poisson, voire même la solution des problèmes les plus délicats de la Biologie générale. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur un Champignon parasite de la* Cochylis. Note de MM. **C. Sauvageau** et **J. Perraud**, présentée par M. Duchartre.

« La larve de la *Cochylis ambiguella* Hübner, vulgairement désignée sous le nom de *ver du raisin*, est, après le Phylloxera, l'insecte le plus redouté des viticulteurs. Ses dégâts sont parfois considérables dans les vignobles du Beaujolais, de la Bourgogne, de la Gironde et, en général, de tous les climats frais. Les procédés qui ont été recommandés pour la combattre sont assez dispendieux et d'une efficacité incomplète. Le Champignon que nous avons étudié nous paraît pouvoir être utilisé comme destructeur de cet insecte.

» En mars dernier, l'un de nous a observé sous les écorces de ceps, à Villefranche, un assez grand nombre de chrysalides de *Cochylis*, réduites à leur enveloppe de chitine, dont l'intérieur était garni de nombreux filaments mycéliens blancs, et recouverte extérieurement de filaments spo-

rifères formant une sorte de bourre compacte. Des filaments semblables rampaient au voisinage, sur la surface interne de l'écorce. Il n'était pas douteux que le Champignon ne fût la cause de la mort des chrysalides envahies. Nous en avons obtenu facilement des cultures pures, et M. Boudier a bien voulu nous affirmer sa détermination comme *Isaria farinosa* Fries.

» Ce Champignon pousse bien sur les différents milieux habituellement usités et mieux à la lumière qu'à l'obscurité. Les cultures sur pomme de terre sont particulièrement luxuriantes; dès le deuxième jour de culture, à la température du laboratoire, la végétation est très apparente. Les filaments stériles, d'abord blancs, en masse, prennent ensuite une teinte fauve rosée pâle; les spores, abondantes, donnent aux parties fructifères une teinte blanche et une apparence farineuse. Il résiste à des écarts notables de température. C'est ainsi que les exemplaires qui ont été l'origine de nos cultures ont subi pendant l'hiver un froid supérieur à — 25°.

» Au point de vue de la résistance à des températures élevées, nous avons fait l'expérience suivante. Le 13 avril, quelques fragments de pomme de terre, recouverts d'une abondante végétation d'*Isaria*, ont été placés sur une plaque de verre recouverte d'une cloche. Le tout a été abandonné sur une terrasse bien ensoleillée, jusqu'au 17 avril. Chaque jour la température s'est élevée, au milieu de la journée, dans cet air confiné, à un maximum variant entre 55° et 60°. Pendant ce temps, les fragments de pomme de terre se sont considérablement racornis. Le 17 avril, nous nous en sommes servi pour faire six ensemencements sur pomme de terre, comparativement avec deux autres faits avec des cultures fraîches. Les premiers ont montré un retard de deux jours sur les seconds, puis ont poussé vigoureusement. Le froid ni la sécheresse ne sont donc point un obstacle à la culture de ce Champignon.

» De Bary a montré que l'*Isaria farinosa* est abondamment répandu dans la nature, et il l'a fréquemment rencontré sur le sol, dans la mousse ou entre les feuilles tombées; il a réussi des infections artificielles des chenilles de différents insectes (*Botanische Zeitung*, 1867 et 1869). Récemment, M. Giard l'a cultivé et a conseillé d'essayer de l'utiliser pour détruire les larves nuisibles à l'agriculture (*Société de Biologie*, 1892); mais, à notre connaissance, aucun effort n'a été tenté dans ce sens.

» Nous avons fait à ce sujet plusieurs expériences avec la chenille de la *Cochylis*.

» A plusieurs reprises, des chenilles de *Cochylis* ont été recueillies dans un vignoble, et distribuées dans le laboratoire sur des grappes fraîchement coupées, maintenues sous une cloche humide, et sur lesquelles des spores prises sur nos cultures avaient été répandues. Ces expériences ont parfaitement réussi. Au bout d'un temps variant de huit à dix jours, toutes les *Cochylis* étaient infectées et momifiées. Des *Cochylis* portées comparativement sous une autre cloche et déposées sur des grappes dépourvues de spores se sont maintenues vivantes. Dans d'autres expériences,

nous avons également constaté l'infection facile des papillons et même des chrysalides.

» Nous avons aussi répandu sur des grappes, dans le vignoble même, des spores diluées dans de la fécule; les résultats ont été imparfaits. Les résultats ont été meilleurs en aspergeant les grappes avec de l'eau dans laquelle on avait délayé des spores. Dix jours après, le tiers ou la moitié environ des chenilles étaient momifiées; nous sommes persuadés que la mortalité eût été plus considérable si nous avions fait l'expérience un peu plus tôt, au moment où les chenilles, plus jeunes, se déplacent plus volontiers.

» L'*Isaria farinosa* peut donc être utilisé comme parasite destructeur de la *Cochylis*. Nous ne nous dissimulons pas que le fait d'asperger les grappes d'un vignoble présente certaines difficultés pratiques et nécessite des cultures abondantes. Les pulvérisateurs à liquide pourraient être employés pour répandre les spores. L'efficacité du traitement, pratiqué de bonne heure, est établie par nos expériences. De plus, puisque de Bary a démontré que le Champignon est fréquent dans la nature, puisque nous l'avons rencontré sous l'écorce des vignes et qu'il est très résistant aux variations de température, les traitements successifs ajouteront leurs effets chaque année en accumulant l'*Isaria* sur les souches. Lorsqu'en septembre les chenilles de deuxième génération se retirent sous les écorces des ceps et dans les fissures des échalas pour y passer l'hiver à l'état de chrysalide, elles rencontreront le parasite et s'infecteront d'elles-mêmes. Par suite, il s'agit simplement d'exagérer les conditions naturelles d'existence du Champignon. L'aspersion des souches deviendrait ainsi un traitement préventif. Sur des vignes ainsi traitées, on devrait naturellement éviter l'échaudage et l'écorçage. Nous nous promettons de faire des essais comparatifs dans ce sens.

» Récemment, on a fondé beaucoup d'espérances sur le *Botrytis tenella* ou *Isaria densa* pour détruire le ver blanc ou larve du Hanneton. Nous ne doutons pas que l'*Isaria farinosa* ne puisse être utilisé plus facilement encore contre la *Cochylis*, insecte aérien, dont les habitudes relativement sédentaires sont bien connues. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 17 juillet 1893.

*Introduction à la théorie des explosifs*, par M. E. Sarrau, ingénieur en chef des poudres et salpêtres, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Sarrau.)

*École d'application de l'Artillerie et du Génie, Cours d'Artillerie.* 2e Partie. 1re et 2e Sections. *Poudres de guerre. Balistique intérieure*, par M. Sarrau, ingénieur en chef des poudres et salpêtres, Membre de l'Institut. Janvier 1893; 1 fascicule in-4°. (Présenté par M. Sarrau.)

*Paléontologie. Monographies : Caméliens et Cervidés*, par A. Pomel, Correspondant de l'Institut. Alger, Fontana, 1893; 1 vol. in-4°.

*Annales de la Société belge de Chirurgie.* Secrétaires : Dr A. Depage, Dr Verhoogen. Bruxelles, H. Lamertin, 1893; 1 fascicule gr. in-8°.

*Observations of variable stars at the observatory of Upsala*, by N.-C. Dunér. Broch. gr. in-4°.

*Nova acta regiæ Societatis Scientiarum upsaliensis.* Seriei tertiæ, vol. XV, fasciculus prior. Upsaliæ, 1892; 1 vol. in-4°.

*Observatorio meteorologico de Manila*, bajo la direccion de los PP. de la Compañia de Jesus. *Observaciones verificadas durante el mes de enero de* 1892. Manila, 1893; 1 fasc. in-f°.

*Minutes of Proceedings of the Institution of civil Engineers; with other selected and abstracted Papers;* vol. CXII. Edited by James Forrest, Assoc. Inst. C. E. secretary. London, 1893; 1 vol. in-8°.

*Charter, supplemental charter, by laws, and list of members of the Institution of civil Engineers.* Established january 2, 1818; incorporated by royal charter june 3, 1828. London, 1893; 1 vol. in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 24 JUILLET 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Considérations diverses sur la théorie des ondes lumineuses;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Aux équations indéfinies précédentes du mouvement de l'éther, qui sont du second ordre ([1]), il faut, comme l'on sait, pour déterminer les déplacements $\xi$, $\eta$, $\zeta$ consécutifs à un état initial donné, joindre six relations spéciales à chaque surface-limite, ou surface de séparation de deux milieux. Cauchy a reconnu que la réflexion et la réfraction s'expliquent, avec les lois expérimentales constatées d'intensités des rayons correspondants, en admettant pour ces relations des conditions dites *de continuité*, qui consistent à égaler les déplacements respectifs $\xi$, $\eta$, $\zeta$ de l'éther, de

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 138.

chaque côté de la surface de séparation, ainsi que leurs dérivées premières suivant le sens normal. En d'autres termes, les trois fonctions $\xi$, $\eta$, $\zeta$ de $x$, $y$, $z$ présentent un contact du premier ordre à la jonction de deux milieux. Il faut, toutefois, ajouter l'hypothèse, moins invraisemblable pour l'éther que pour les corps limités ([1]), d'une valeur nulle, ou

([1]) Comme on a vu plus haut, en note, au nº III. La circonstance qui *limite* chaque molécule pondérable, c'est-à-dire qui l'empêche de s'étendre jusqu'à ses voisines ou de se réunir à celles-ci, est probablement la forte répulsion *physique* s'exerçant aux plus petites distances intermoléculaires et qui, lorsqu'elle vient, dans un agrégat d'atomes doué d'une densité sensible, se joindre aux répulsions *chimiques* (exercées de beaucoup plus près), par suite d'une extension suffisante de l'agrégat, y rend sans doute la somme des répulsions *excessive,* ou trop forte pour être neutralisée par les attractions *chimiques* exercées aux distances intermédiaires. De ce défaut d'équilibre doit résulter la destruction de l'agrégat soit par contraction ou *retrait,* soit par *détente* avec dissémination uniforme. Dans le premier cas, les répulsions physiques laisseraient subsister uniquement, à l'intérieur de l'agrégat, de petites molécules éparses çà et là un peu partout, centres de condensation dont chacun aurait bientôt repoussé jusque dans la sphère chimique d'attraction de ses voisins la partie de l'agrégat d'abord interposée aux distances critiques signalées ici; et l'on obtiendrait ainsi un *corps à molécules,* un corps palpable. Dans le second cas, la dissémination presque infinie ou, pour ainsi dire, la volatilisation de l'agrégat, en un *éther* impalpable ou comme sans masse, ne s'arrêterait qu'après la disparition de quelques fortes répulsions chimiques exercées aux moindres distances, disparition exigeant un écartement suffisant des atomes les plus proches.

Il suit de là que, dans l'éther, un certain *appoint de forces élastiques* doit être fourni par ces *répulsions physiques,* très considérables (ou de l'ordre des *attractions chimiques* exercées d'un peu plus près), *qui font défaut dans les corps pondérables* à cause des vides intermoléculaires. Or de pareilles répulsions, exercées à des distances *plus grandes* que les attractions chimiques *leurs antagonistes* dans l'état naturel, nuisent à la stabilité du milieu, du moins pour certaines déformations élastiques ou imperceptibles. Quand, par exemple, les déplacements $\xi$, $\eta$, $\zeta$ ont la forme simple $\xi = ax$, $\eta = 0$, $\zeta = 0$, ou correspondent à une simple *dilatation* linéaire uniforme $a$ suivant les $x$, tous les couples d'atomes dont la distance $r$ est plus ou moins voisine de celle à laquelle cessent les attractions chimiques et commencent les répulsions physiques éprouvent une diminution d'attraction ou un accroissement de répulsion *qui favorise la dilatation a au lieu d'y résister;* et, si les actions de cette sorte, évidemment nombreuses à travers un élément plan normal aux $x$, y sont en tout assez influentes, l'action totale $N_x$ produite sur l'élément par la dilatation de même sens $a$ ne sera pas une traction, mais s'annulera, ou constituera même une *pression* proprement dite, au point d'avoir son rapport à $a$ négatif. Or ce rapport est justement $\lambda + 2\mu$.

Mais la simple proportionnalité des actions interatomiques survenues ainsi suivant

plutôt légèrement négative, du rapport $\frac{\lambda + 2\mu}{\mu}$, et aussi, quand il s'agit de la réflexion à la surface d'un corps opaque, compléter dans celui-ci l'expression (9) des résistances $R_x$, $R_y$, $R_z$ par des termes respectivement proportionnels aux composantes $\frac{d(\xi, \eta, \zeta)}{dt}$ de la vitesse, ainsi que nous l'avons indiqué vers le commencement du précédent numéro.

» Or, il se trouve que les conditions *de continuité* s'offrent d'elles-mêmes dans la manière exposée ici de concevoir les ondes lumineuses. Car, d'abord, l'éther formant un milieu continu, dont les corps ne changent sensiblement ni l'élasticité, ni la densité, les déplacements $\xi$, $\eta$, $\zeta$ y varient graduellement partout. En outre, si l'on considère un mince feuillet matériel, pris à la surface de séparation avec ses deux faces respectivement dans l'un et l'autre milieu, et d'une épaisseur très inférieure à une longueur d'onde (quoique comprenant toutes les *couches de transition*), l'équilibre dynamique de ce feuillet exige que les pressions élastiques sur ses deux faces soient égales, comme il arrive, du reste (à moins qu'il ne s'agisse d'une pellicule liquide fortement courbe, mettant en jeu la *tension superficielle*), dans toutes les questions analogues où il y a des pressions à considérer.

» Mais, vu la constance de l'élasticité de l'éther, c'est-à-dire de $\lambda$, $\mu$, et

---

chaque axe coordonné, à la dilatation $a$ qui les fait naître, cessera d'être admissible et, par suite, le même raisonnement ne s'appliquera plus (du moins complètement), dès qu'il s'agira de dilatations ou contractions *perceptibles,* c'est-à-dire sortant des limites d'élasticité que resserre presque jusqu'à zéro la grande fluidité du milieu. Rien surtout n'empêche que l'éther, tout en étant de constitution instable à l'égard des changements de volume, pour ainsi dire infiniment petits, dans les circonstances délicates où y apparaissent des traces de rigidité, résiste cependant, comme les fluides qui nous sont familiers, aux contractions *cubiques sensibles;* car, plus encore que dans les autres fluides, il s'y produit comme l'on vient de voir, aux plus petites distances existant entre ses éléments, d'énormes accroissements des répulsions, dès que ces distances diminuent dans un rapport appréciable, ou, du moins, dès que l'éther tend à former un agrégat atomique uniforme d'une *certaine* densité.

Ainsi, les *deux* élasticités *de forme* et *de volume,* réunies dans tous nos solides, semblent *réciproquement* s'exclure chez lui, la seconde y disparaissant dans les étroites limites où s'y révèle la première. Il serait sans doute assez difficile de reconnaître expérimentalement si certains de nos fluides se comportent de même; car nous n'y connaissons pas de phénomène vibratoire d'assez faible amplitude et d'assez grande fréquence pour y obéir aux lois de mouvement des solides élastiques, c'est-à-dire pour y manifester des traces de rigidité au voisinage de l'état naturel ou de repos.

la continuité de $\xi$, $\eta$, $\zeta$ de part et d'autre sur toute la surface, cette égalité des pressions revient précisément à celle des dérivées de $\xi$, $\eta$, $\zeta$ suivant la normale, dans les deux milieux.

» II. Le système ainsi établi d'équations, tant indéfinies que spéciales aux surfaces de séparation des corps ou milieux, suffit pour expliquer la propagation des mouvements vibratoires dont la longueur d'onde est très grande par rapport à la distance de deux molécules pondérables voisines, comme sont, à fort peu près, les radiations infra-rouges. Mais, quoique donnant une première approximation de celle des radiations plus courtes, lumineuses ou ultra-violettes, il est impuissant à y faire connaître une circonstance délicate fort importante, la polarisation rotatoire (¹), et n'y représente que très imparfaitement la dispersion. C'est qu'alors la phase des mouvements varie, d'un point à l'autre, avec une excessive rapidité, qui ne permet peut-être plus de construire les éléments de volume dont nous nous sommes servis, assez petits pour être le siège de déplacements sensiblement concordants dans toute leur étendue, et cependant assez grands pour contenir, à fort peu près, la même proportion de molécules pondérables que le ferait un espace de dimensions visibles; en sorte que l'on puisse admettre l'*homogénéité* du milieu, ou, dans les équations obtenues, la *constance* des coefficients physiques.

» Il est clair que, si la longueur d'onde devient réellement trop courte pour qu'il soit possible de satisfaire à cette dernière condition (d'homogénéité), les équations de mouvement auront des coefficients variables. Et il est même peu probable que la constance de $\rho$, $\lambda$, $\mu$ reste tout à fait admissible; car, les éléments de volume voisins ne contenant plus des molécules pondérables disposées pareillement près de leurs diverses faces ou dans leurs diverses régions, il faudra tenir compte, à l'état d'équilibre (ou *primitif*), des petites inégalités de densité et, *par suite*, d'élasticité, produites par les attractions ou répulsions des molécules sur l'éther aux distances des actions intermoléculaires, etc.

» Quoi qu'il en soit de ces petits, mais rapides, changements présumés de $\rho$, $\lambda$, $\mu$ avec $x$, $y$, $z$, trop d'irrégularités locales affecteront alors $\xi$, $\eta$, $\zeta$,

(¹) Pour reconnaître que la polarisation rotatoire constitue toujours un phénomène de seconde approximation, il suffit d'observer que les corps *les plus actifs* dévient les plans de polarisation de quelques centièmes de degré au plus, c'est-à-dire d'une fraction presque imperceptible de circonférence, sur un parcours d'une longueur d'onde, étendue néanmoins suffisante pour offrir toutes les phases du mouvement.

ainsi régis par des équations encore du second ordre, mais à termes devenus en général plus nombreux, et à coefficients rapidement variables d'un point à l'autre, pour qu'on puisse espérer obtenir des expressions *saisissables* de ces déplacements, à moins de les *uniformiser,* c'est-à-dire de leur substituer, en chaque point $(x, y, z)$, leurs valeurs *moyennes,* que j'appellerai $\xi'$, $\eta'$, $\zeta'$, prises, par exemple, dans tout l'intérieur d'une petite sphère de rayon constant décrite autour de $(x, y, z)$ comme centre. Une telle valeur moyenne, comme $\xi'$, s'exprime aisément en fonction linéaire de la quantité correspondante $\xi$ et de ses paramètres différentiels d'ordres pairs $\Delta_2\xi$, $\Delta_2\Delta_2\xi$, $\Delta_2\Delta_2\Delta_2\xi$, ... (1); d'où un calcul par approximations successives permet, en général, de déduire à l'inverse $\xi$ en fonction linéaire de $\xi'$, $\Delta_2\xi'$, $\Delta_2\Delta_2\xi'$, .... Or on conçoit que la substitution, dans les équations du mouvement, à $\xi, \eta, \zeta$, de ces sortes de valeurs en $(\xi', \eta', \zeta')$, $\Delta_2(\xi', \eta', \zeta')$, ..., puisse conduire, si l'on prend ensuite les moyennes des résultats dans de petites étendues où se neutralisent les parties variables des coefficients, à des équations (aux dérivées partielles en $\xi'$, $\eta'$, $\zeta'$), d'ordres plus élevés que celles d'où l'on part, mais à coefficients constants. Seulement, une formation précise et sûre de pareilles équations me semble, surtout pour les milieux non périodiques en $x, y, z$ ou *irrégulièrement* périodiques, hérissée de difficultés, quand on veut pouvoir en apprécier, au moins par sentiment, l'approximation (2).

---

(1) Voir mon *Cours d'Analyse infinitésimale,* t. II, p. 205*. La formule (21) de cette page, donnant la moyenne pour tous les points équidistants de $(x, y, z)$, savoir, dans le cas actuel de trois dimensions,

$$\xi + \frac{\Delta_2\xi}{2.3} r^2 + \frac{\Delta_2\Delta_2\xi}{2.3.4.5} r^4 + \frac{\Delta_2\Delta_2\Delta_2\xi}{2.3.4.5.6.7} r^6 + \ldots,$$

conduit aisément à la moyenne dans toute une sphère, qu'il suffit de décomposer en couches concentriques $4\pi r^2\,dr$. En multipliant donc l'expression précédente par $4\pi r^2\,dr$, puis intégrant depuis zéro jusqu'au rayon $\varepsilon$ de la petite sphère, et divisant par le volume $\frac{4}{3}\pi\varepsilon^3$ de celle-ci, il vient

$$\xi' = \xi + 3\frac{\varepsilon^2}{5}\frac{\Delta_2\xi}{2.3} + 3\frac{\varepsilon^4}{7}\frac{\Delta_2\Delta_2\xi}{2.3.4.5} + 3\frac{\varepsilon^6}{9}\frac{\Delta_2\Delta_2\Delta_2\xi}{2.3.4.5.6.7} + \ldots.$$

(2) Toutefois, quand une fonction affectée ainsi de courtes inégalités dépend d'une seule variable, l'équation différentielle qui la régit après son *uniformisation* peut être assez facile à former et à intégrer, avec une approximation très suffisante. J'ai eu occasion de le reconnaître, dans le problème du choc longitudinal d'une barre élastique, fixée à un bout et heurtée à l'autre par un corps d'une masse beaucoup plus forte que la sienne. C'est une équation *aux différences mêlées,* du premier ordre par

» III. Aussi ai-je cherché à éviter ces difficultés, dans mon essai de 1867 (*Théorie nouvelle des ondes lumineuses*), au moyen d'une hypothèse qui, trop spéciale peut-être, a du moins l'avantage de faire prévoir théoriquement la forme mathématique des lois de la dispersion et de la polarisation rotatoire. Elle consiste à supposer les molécules pondérables assez rapprochées les unes des autres, pour qu'il y en ait un grand nombre dans chaque volume élémentaire (de dimensions négligeables par rapport aux longueurs d'onde des radiations même ultra-violettes), et à évaluer cependant les composantes $R_x$, $R_y$, $R_z$, relatives à une seule molécule, comme si elle était assez grande pour que tout l'éther qui l'entoure ne se trouvât pas à une même phase de son mouvement vibratoire. Il faut donc alors, dans les formules (9), tenir compte de la *non-concordance* des impulsions dont se composent $R_x$, $R_y$, $R_z$, mesurée proportionnellement par les dérivées successives de $\frac{d^2(\xi, \eta, \zeta)}{dt^2}$ en $x, y, z$; et les seconds membres de (9) deviennent par conséquent des séries rapidement convergentes ordonnées suivant ces dérivées d'ordres de plus en plus grands.

» Sauf peut-être pour les termes de polarisation rotatoire, excessivement faibles, où figurent les dérivées premières en $x, y, z$ de $\frac{d^2(\xi, \eta, \zeta)}{dt^2}$,

---

rapport aux différences finies et du premier par rapport aux différentielles, qu'il s'agit alors d'intégrer. Elle se transforme en une équation différentielle linéaire du second ordre à coefficients constants, et à second membre rapidement variable (de forme implicite, mais très petit et sensiblement nul en moyenne), quand on y introduit, au lieu de la fonction qui y figure, la même fonction *uniformisée*. Or, quoique ce second membre reste inconnu, on peut voir, aux p. 535 à 544 de mon Volume intitulé *Applications des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques, etc.*, que toutes les circonstances importantes du choc se déterminent facilement et d'une manière fort approchée, tandis que l'emploi de l'équation exacte aux différences mêlées, ou de la fonction prise avec ses inégalités successives de plus en plus complexes, conduit à des calculs presque inextricables dès que ces inégalités deviennent un peu nombreuses.

Dans l'étude des ondes liquides *de translation*, ou appartenant au type de l'*onde solitaire*, c'est une *sorte d'uniformisation* des deux composantes horizontales $u$, $v$ de la vitesse, peu variables, il est vrai, du fond à la surface, qui permet d'établir les équations de seconde approximation (aux dérivées partielles) les plus simples dont le problème paraisse susceptible : elle consiste à choisir comme fonctions inconnues, au lieu de $u$, $v$, leurs moyennes U, V le long de chaque verticale $(x, y)$. Mais le but poursuivi est ici un peu autre que dans les questions précédentes; car il s'agit d'éliminer *une variable*, la coordonnée verticale $z$, et non pas de *courtes inégalités*, fonctions de cette variable.

un pareil défaut *sensible* de concordance, entre les impulsions exercées par l'éther sur une *seule* molécule, n'est guère vraisemblable, à cause des petites dimensions de celle-ci comparativement à la longueur d'onde. Mais il le serait beaucoup, au contraire, entre les impulsions exercées sur *toutes* les molécules pondérables d'un même élément de volume; cas où il semble bien que la non-concordance se trouverait mesurée de même, pour tout l'élément, par les dérivées successives en $x$, $y$, $z$ des accélérations $\frac{d^2(\xi, \eta, \zeta)}{dt^2}$, et que, par suite, les sommes $\Sigma$ des seconds membres respectifs de (9), dans les équations de mouvement, deviendraient des séries comme celles dont il vient d'être parlé pour chacun d'eux. »

CHIMIE. — *Recherches sur le samarium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai déjà dit (¹) que les bandes de renversement du Sm changent d'éclat relatif avec les conditions expérimentales : ainsi, $Z_\zeta$ 614,4 gagne un peu, relativement à l'orangée, quand l'étincelle est *très courte,* quand on concentre les solutions, quand il y a un grand excès de HCl, cas auquel $Z_\zeta$ arrive même à dépasser très légèrement l'orangée (avec l'étincelle au milieu du liquide), etc. Ces observations m'ont conduit à supposer que l'augmentation de $Z_\zeta$, en tête du fractionnement par $AzH^3$, était peut-être due à des changements de conditions expérimentales. J'ai donc comparé de nouveau la tête et le milieu de ce fractionnement, en m'efforçant d'égaliser les conditions.

» L'augmentation de toute la fluorescence et l'accroissement relatif de $Z_\zeta$ parurent alors être notablement moins prononcés, mais ils furent cependant encore observés, en passant du milieu à la tête du fractionnement par $AzH^3$. Les raies électriques $Z_\varepsilon$ furent aussi trouvées un peu plus marquées en tête qu'au milieu, la différence étant toutefois moindre que celle précédemment notée.

» Je viens de fractionner très soigneusement, par $AzH^3$, la tête de mon précédent fractionnement par l'acide oxalique, lequel avait lui-même été effectué sur la tête du premier fractionnement par $AzH^3$ (²). La très petite masse de matière laissée dans la queue oxalique contenait tout le $Z_\beta$. Si

---

(¹) *Comptes rendus*, 27 mars 1893, p. 674.
(²) *Comptes rendus*, 20 mars 1893, p. 611.

le renforcement relatif de $Z_\zeta$, observé dans la tête du premier fractionnement par $AzH^3$, était dû à la concentration d'un élément particulier, on pouvait espérer que ce renforcement s'accentuerait beaucoup en tête du second fractionnement par $AzH^3$, le dernier exécutable d'ailleurs, vu la pénurie extrême de matière.

» Dans la tête du dernier fractionnement par $AzH^3$, $Z_\zeta$ n'a point un éclat relatif plus grand que dans la queue. $Z_\zeta$ paraît même avoir une légère supériorité en queue, où les autres bandes sont légèrement plus vives qu'en tête et où l'on ne voit pas trace de $Z_\beta$, non plus qu'en tête. Mais, en tête comme en queue du dernier fractionnement, $Z_\zeta$ est, relativement et absolument, légèrement supérieure à ce qu'elle est au milieu du premier fractionnement par $AzH^3$.

» En outre des bandes de renversement déjà décrites du Sm : rouge, rouge-orangé, orangée (double) et verte, il existe une autre bande verte, bien plus faible, que j'ai observée depuis longtemps et qui n'est pas sans intérêt; son maximum de lumière (mesuré sur l'échelle prismatique) est $\lambda = 535,4$ environ (moyenne des meilleures mesures). La bande est *très nébuleuse,* surtout à gauche, et est sensiblement moins large que la première verte (maximum de la première verte : $\lambda = 560,6$ environ). L'éclat, toujours très modéré, varie avec les conditions expérimentales, la nature de l'acide et, quelque peu aussi, avec la portion du fractionnement.

» La bande 535,4 paraît gagner un peu quand l'étincelle jaillit au bord du liquide, au lieu d'être tirée près du centre et quand l'étincelle est très courte; elle se voit mieux en solution chlorhydrique très acide qu'en solution presque neutre; elle est un peu plus forte dans $AzHO^3$ que dans HCl; enfin, elle se produit avec une solution acétique, bien qu'elle y soit un peu plus faible que dans HCl. La bande 535,4 s'est montrée un peu, ou légèrement, plus forte en tête qu'au milieu du premier fractionnement par $AzH^3$.

» *Comparaison de* $Z_\zeta$ *et de* 535,4. — L'acide nitrique renforce ces deux bandes, relativement à l'orangée, mais l'accroissement de $Z_\zeta$ paraît être de beaucoup le plus grand. Les deux bandes sont d'autant mieux développées dans la solution chlorhydrique que celle-ci est plus acide (pourvu, cependant, que la quantité de HCl ne soit pas telle que le $Sm^2Cl^6$ soit précipité). Les deux bandes étaient légèrement plus marquées en tête qu'au milieu du premier fractionnement par $AzH^3$; elles gagnent un peu à la brièveté de l'étincelle. La bande 535,4 n'est que modérément affaiblie par l'acide acé-

tique, tandis que $Z_\zeta$ est éteinte ou réduite à une trace. $Z_\zeta$ gagne très notablement si l'étincelle jaillit au milieu du liquide, mais 535,4 paraît être alors plutôt affaiblie.

» J'ai déjà signalé l'extinction de $Z_\zeta$ par l'acide acétique (soi-disant pur); je crois pourtant avoir vu faiblement $Z_\zeta$ avec une solution acétique concentrée; les bandes rouge et verte (643,4 et 560,6) paraissaient alors être un peu plus développées (relativement à l'orangée) qu'en solution dans HCl. L'addition d'un volume d'acide acétique (à 8°) affaiblit un peu 535,4 et rendit $Z_\zeta$ très faible ou nulle, mais renforça un peu les autres bandes.

» Avec $AzHO^3$, les bandes rouge et verte (643,4 et 560,6) sont sensiblement plus fortes, relativement à l'orangée, qu'avec HCl, mais cette augmentation est moindre que celle de $Z_\zeta$.

» J'avais précédemment mesuré la raie, un peu nébuleuse, mais d'assez faible largeur, qui forme le bord droit de $Z_\zeta$, et j'avais trouvé : $\lambda = 611,2$ environ. Ayant repris cette mesure, dans d'assez bonnes conditions, j'ai encore obtenu : $\lambda = 611,2$ (¹).

» J'espère avoir prochainement l'honneur de soumettre à l'Académie quelques remarques suggérées par les faits observés pendant mes recherches sur le Sm. »

## MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les prétendues Fougères fossiles du calcaire grossier parisien.* Note de M. **Ed. Bureau.**

« Personne n'avait encore reconnu de Fougères dans le calcaire grossier, lorsque, en 1866, M. Watelet en signala trois, qu'il attribua au genre *Tœniopteris*. Depuis, M. de Saporta déclara que ces prétendues Fougères n'étaient que des feuilles de Laurier-rose. Je puis ajouter que ces feuilles, bien qu'elles soient de formes très-différentes, appartiennent toutes au *Nerium parisiense* Sap. Ces formes extrêmes peuvent aujourd'hui être rattachées les unes aux autres par des échantillons intermédiaires. Il suffit, du reste, de jeter un coup d'œil sur les Lauriers-roses vivants pour voir quelles différences considérables de taille et de forme présentent les feuilles, et cela sur le même pied. Elles sont le plus souvent lancéolées, mais parfois oblongues, linéaires-lancéolées ou presque linéaires. La plupart sont aiguës

(¹) Meilleures mesures : 611,14 et 611,24; moyenne, 611,19.

au sommet; mais il y en a d'obtuses, et il n'est pas jusqu'au bord de la feuille qui ne se modifie d'une manière remarquable. Or, dans le *Nerium* fossile, toutes ces variations de formes se rencontrent; toutes ont été décrites et figurées; mais on les a attribuées à des espèces, à des genres éloignés, et même à des embranchements différents du règne végétal.

» La forme la plus fréquente est la forme lancéolée. C'est sur un très grand échantillon de cette forme que l'auteur de la *Description des plantes fossiles du bassin de Paris* a établi son *Tœniopteris Micheloti,* et sur un très petit, son *Podocarpus suessionensis.*

» La forme obtuse du limbe est assez rare dans les *Nerium* vivants. Elle était bien plus fréquente dans le *Nerium parisiense,* et c'est elle que Watelet a nommée *Tœniopteris obtusa.*

» La forme linéaire est exceptionnelle à l'état fossile. C'est sur elle qu'a été établi le *Phyllites linearis* Ad. Brongn.

» Une quatrième forme, plus singulière que les précédentes, est celle qui a été décrite et figurée par Watelet sous le nom de *Tœniopteris lobata.* Cette espèce supposée a été fondée sur deux empreintes de feuilles qu'il était vraiment difficile d'attribuer à un Laurier-rose. L'une présente, de chaque côté du limbe, deux, l'autre trois étranglements, qui s'avancent vers la côte, ou même jusqu'à la côte. Ces étranglements, dans les deux échantillons connus, sont situés en face l'un de l'autre; mais, sur l'un des deux exemplaires, les sinus sont inégalement profonds. L'aspect général rappelle, non une fronde de fougère, mais bien plutôt une feuille du genre *Phyllarthron,* qui appartient aux Crescentiées et qui renferme des espèces dont les feuilles sont réduites à un rachis articulé et ailé, la dilatation formée par l'aile étant interrompue à chaque articulation. Toutefois, cette ressemblance de forme est loin d'être confirmée par un examen plus approfondi; car, dans le fossile, le rachis est dépourvu d'articulations et la nervation ne diffère pas de celle des *Nerium.*

» Pour achever de m'éclairer sur la véritable nature du *Tœniopteris lobata,* j'eus l'idée de chercher si je ne trouverais pas de semblables échancrures sur les feuilles du *Nerium Oleander :* je ne tardai pas, en effet, à recueillir un certain nombre de feuilles de Laurier-rose ainsi conformées. La plupart des pieds que j'ai examinés avaient des feuilles normales; mais, quand je rencontrais une feuille lobée, j'étais sûr d'en trouver d'autres sur le même individu. La ressemblance de quelques-unes avec les deux figurées par Watelet était frappante : les sinus se correspondaient des deux côtés du limbe, donnant ainsi à la feuille vivante comme à la feuille fossile

l'apparence d'un rachis ailé et articulé; mais le plus souvent les sinus de droite et de gauche ne se correspondaient pas. J'ajouterai que des renseignements reçus du Midi, et confirmés par un envoi de feuilles, m'ont appris que cette déformation y est plus fréquente que dans nos jardins.

» Le Laurier-rose du bassin de la Méditerranée, le *Nerium Oleander* L., n'est pas l'espèce la plus voisine du Laurier-rose fossile parisien. Les affinités de celui-ci sont surtout avec le Laurier-rose de l'Inde, le *Nerium odorum* Ait. Un pied de cette dernière espèce figure dans l'École de Botanique du Muséum. Les feuilles à bords échancrés et semblables au *Tœniopteris lobata* y sont plus nombreuses que dans le *Nerium Oleander*, et, à ce qu'il m'a semblé, toujours de petite taille. Chose remarquable, les deux feuilles lobées fossiles figurées par Watelet sont aussi de petites feuilles.

» Quant à la cause de la déformation du limbe, elle ne me paraît pas douteuse. Cette déformation s'accompagne, en face de chaque échancrure, d'une déviation des nervures plus ou moins prononcée, et, au point où ces nervures se rapprochent le plus les unes des autres, j'ai presque toujours constaté soit une piqûre d'insecte, soit l'insecte lui-même : une cochenille, l'*Aspidiotus Nerii* Bouch.

» Ainsi le *Tœniopteris lobata* Wat. n'est autre chose qu'une déformation de la feuille du *Nerium parisiense* Sap., déformation qui se rencontre encore sur les feuilles des Lauriers-roses vivants, et qui, dans l'espèce fossile comme dans les espèces actuelles, a dû être produite par la piqûre d'une cochenille, ce qui, indirectement, nous conduit à reconnaître la présence de ces Hémiptères parasites à l'époque de l'éocène moyen.

» J'ai même la conviction qu'ils ont coexisté avec les premières dicotylédones connues. En effet, les échantillons du crétacé inférieur, étage urgonien du Groënland, décrits et figurés par Heer, sous le nom d'*Oleandra arctica*, comme une espèce de Fougère montrant quelques sores arrondis, et dont il signale lui-même la ressemblance avec un des *Tœniopteris* de Watelet, ne me paraissent pouvoir être que des feuilles de *Nerium* ou d'un genre voisin, portant des cochenilles fixées à leur face inférieure.

» Dans les déterminations des feuilles fossiles, on ne s'est pas suffisamment tenu en garde jusqu'ici contre les modifications de formes qui peuvent avoir été occasionnées par des insectes.

» Par la suppression des *Tœniopteris* de Watelet, le groupe des Fougères disparaît de la flore du calcaire grossier parisien. Il y avait cepen-

dant des Fougères à cette époque, mais dans des stations éloignées de la côte. Les dépôts de l'éocène moyen d'Angleterre, qui sont des dépôts d'eau douce, nous apprennent que les Fougères alors vivantes, loin d'être des formes anomales, appartenaient aux genres *Chrysodium, Pteris, Phegopteris, Adiantum, Gleichenia, Aneimia, Lygodium, Osmunda,* et à quelques genres éteints, mais rentrant dans des familles actuellement vivantes. »

## MEMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de la Guerre** adresse à M. le Président la Lettre suivante :

« Paris, le 15 juillet 1893.

» Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien soumettre au jugement de l'Académie un Mémoire résumant l'ensemble des observations effectuées depuis huit années au Service géographique de l'Armée, pour la détermination de l'intensité, soit absolue, soit relative, de la pesanteur.

» M. le commandant Defforges, qui en a poursuivi l'exécution, a déjà fait connaître à l'Académie, dans différentes Communications, la méthode et l'appareil qu'il a imaginés pour la mesure de l'intensité absolue. Il a pu faire cette mesure en huit stations primordiales. C'est au cours de ces opérations qu'il a réussi à découvrir et à analyser complètement une cause d'erreur, due au glissement du couteau et qui avait, jusqu'à présent, échappé aux observateurs du pendule.

» Concurremment avec les déterminations absolues, M. Defforges a poursuivi l'étude d'une forme particulière de pendule réversible, auquel il a pu donner, aux effets de la température près, une longueur invariable, le rendant ainsi particulièrement propre à la mesure de l'intensité relative. Dans ce pendule, qu'il a appelé *réversible inversable,* et qui oscille dans le vide, il a substitué à l'échange habituel des couteaux un déplacement du centre de gravité, obtenant du même coup l'élimination de l'influence de la courbure et de l'effet de toute dissymétrie dans l'action de l'air.

» Tandis qu'une mesure de l'intensité absolue exige environ un mois de travail assidu, deux jours suffisent, avec le nouvel appareil, pour mesurer l'intensité relative avec une précision qui paraît dépasser certaine-

ment le $\frac{1}{1000000}$. En trois ans (1890-1892), M. le commandant Defforges et M. le capitaine Bourgeois, son adjoint, ont pu facilement, soit réunis, soit séparés, déterminer l'intensité de la pesanteur, avec cet appareil nouveau, en 26 stations. Les résultats principaux de la discussion de ces mesures sont résumés dans une Note de M. Defforges, que j'ai l'honneur de vous adresser ci-joint.

» Je serai très reconnaissant à l'Académie de vouloir bien faire examiner ce Mémoire par une Commission spéciale, et je serai très heureux de recevoir le Rapport de cette Commission.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments de très haute considération.

» Pour le Ministre et par son ordre,
Le Général, sous-chef d'État-Major général
Directeur du Service géographique :

DERRÉCAGAIX. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la distribution de l'intensité de la pesanteur à la surface du globe.* Mémoire de M. **Defforges**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Daubrée, Cornu, Tisserand, Bassot.)

« L'ensemble des déterminations de l'intensité de la pesanteur effectuées au Service géographique, depuis 1884, comprend :

» *Huit* déterminations d'intensité absolue exécutées avec les pendules de Brunner.

» *Vingt-six* déterminations d'intensité relative à l'aide du pendule réversible inversable.

» *Sept* déterminations d'intensité relative exécutées, à titre d'essai, par des méthodes diverses, mais rendues entièrement comparables aux précédentes.

» En tout *quarante et une* déterminations en *trente-cinq* stations différentes.

» La valeur de la gravité, rapportée à Paris (Observatoire) comme origine, est réduite au niveau de la mer par la formule de Bouguer, à l'aide des densités fournies par la Géologie aux trente-cinq stations :

| Noms des stations. | Latitude. | Altitude. | $g$. |
|---|---|---|---|
| | G | m | m |
| Edimbourg (Leith-Fort). | 62,17 | 21 | 9,81680 |
| Greenwich. . . . . . . . . . . . | 57,20 | 48 | 81263 |
| Leyde. . . . . . . . . . . . . . . . | 57,94 | 2 | 81319 |
| Dunkerque (Rosendaël). | 56,72 | 20 | 81230 |
| Bruxelles. . . . . . . . . . . . . | 56,50 | 102 | 81188 |
| Lihons. . . . . . . . . . . . . . . . | 55,37 | 106 | 81115 |
| Paris. . . . . . . . . . . . . . . . . | 54,26 | 60 | 81012 |
| Lyon (St-Genis-Laval).. | 50,76 | 286 | 80739 |
| Marseille. . . . . . . . . . . . . | 48,11 | 61 | 80550 |
| Bastia. . . . . . . . . . . . . . . . | 47,43 | 20 | 80574 |
| Corte. . . . . . . . . . . . . . . . . | 47,00 | 605 | 80481 |
| Ajaccio. . . . . . . . . . . . . . . | 46,57 | 6 | 80454 |
| Alger. . . . . . . . . . . . . . . . . | 40,83 | 213 | 80002 |
| Médéah. . . . . . . . . . . . . . . | 40,30 | 930 | 79870 |
| Boghar. . . . . . . . . . . . . . . | 39,91 | 927 | 79792 |
| Laghouat. . . . . . . . . . . . . | 37,55 | 755 | 79549 |
| Rivesaltes. . . . . . . . . . . . . | 47,50 | 25 | 80487 |
| Pratz de Mollo. . . . . . . . . | 47,11 | 840 | 80372 |
| Port-Vendres. . . . . . . . . . | 47,61 | 25 | 9,80514 |
| Pic du Midi de Bigorre. | 47,70 | 2877 | 80390 |
| Montlouis. . . . . . . . . . . . . | 47,24 | 1620 | 80327 |
| Bellegarde. . . . . . . . . . . . | 47,19 | 420 | 80465 |
| Philippeville. . . . . . . . . . | 41,09 | 20 | 80021 |
| Col des Oliviers. . . . . . . . | 40,67 | 420 | 79935 |
| Constantine. . . . . . . . . . . | 40,41 | 655 | 79864 |
| Ouled Rhamoun. . . . . . . | 40,19 | 687 | 79890 |
| Aïn Yagout. . . . . . . . . . . . | 39,76 | 890 | 79787 |
| Batna. . . . . . . . . . . . . . . . . | 39,50 | 1050 | 79712 |
| El Kantara. . . . . . . . . . . . | 39,13 | 525 | 79686 |
| Biskra. . . . . . . . . . . . . . . . | 38,72 | 137 | 79698 |
| Nice (Génie). . . . . . . . . . | 48,72 | 21 | 80617 |
| Nice (observatoire). . . . . | 48,57 | 367 | 80605 |
| Barbonnet. . . . . . . . . . . . | 47,98 | 833 | 80586 |
| Peyracava. . . . . . . . . . . . . | 48,48 | 1420 | 80537 |
| Desierto de las Palmas. . | 44,54 | 728 | 80166 |

» D'après le Tableau qui précède, nous avons avec Biot quatre stations communes : Edimbourg (Leith-Fort), Greenwich, Dunkerque et Paris, une avec Kater : Edimbourg (Leith-Fort), une avec M. Albrecht : Leyde.

» Il est donc facile de relier à nos mesures celles de Biot, de Kater et de M. Albrecht, et, par conséquent, celles de Sabine, Foster, Lütke, Basevi et Heaviside qui ont le même point de départ que Kater et les mesures de Bessel et Peters, qui peuvent être rattachées aux observations de M. Albrecht.

» De même, toutes les mesures qui ont Paris pour origine, telles que les mesures de Freycinet et Duperré, sont aisément rendues comparables aux nôtres.

» L'accord de nos observations, envisagées au seul point de vue relatif, avec celles de Biot, est remarquable. Les différences entre nos valeurs et les siennes sont :

| | |
|---|---|
| Édimbourg (Leith-Fort). . . . . . . . . . . . . . . | $\Delta g = 0{,}00111$ m |
| Greenwich. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 112 |
| Dunkerque . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 120 |
| Paris . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 119 |

soit un écart moyen de $\frac{1}{200000}$ environ.

» En appliquant aux résultats de Biot la correction moyenne

$$\Delta g = 0^{m},00115,$$

nous les ramenons à la pesanteur équatoriale qui correspondrait à nos observations. Les nombres de Kater et Biot, ainsi ramenés à notre point de départ, s'accordent entre eux à Unst. Ceux de Sabine et Peters, réduits à la même origine par l'intermédiaire de Bessel et de M. Albrecht, s'accordent à Altona.

» Il a donc été possible, grâce à nos observations, par des comparaisons aux stations communes et par l'application de corrections convenables, déduites de ces comparaisons, de constituer un tout homogène avec les mesures des observateurs précités et les mesures récentes du Service géographique. Par cette réduction systématique à une origine commune, un ordre inattendu a apparu dans le chaos des chiffres discordants.

» Les anomalies de la pesanteur, depuis longtemps mises en évidence, avaient été attribuées, soit à des anomalies correspondantes de la figure de la Terre; soit à l'insuffisance des formules de réduction au niveau de la mer; soit encore, à l'inégale distribution des masses dans l'écorce terrestre; ou enfin, dans la plupart des cas, à l'insuffisance et aux erreurs des observations.

» De l'ensemble de nos mesures et des mesures anciennes que nous avons pu y rattacher avec certitude, il ressort des faits très nets, désormais incontestables, et qui peuvent être généralisés. On peut les résumer sommairement ainsi :

» La pesanteur est distribuée très inégalement à la surface du globe.

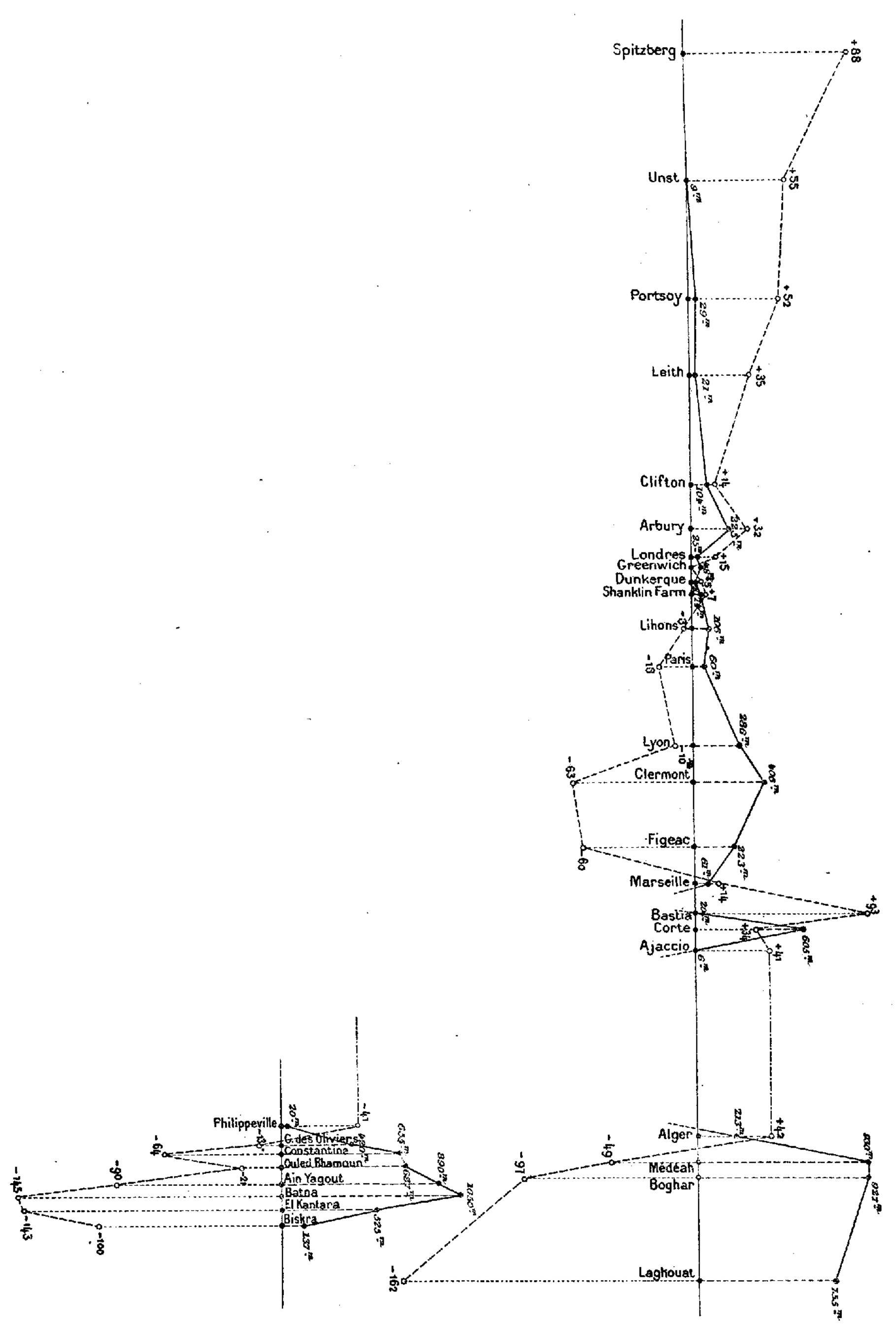
» La loi de Clairaut, vraie dans l'ensemble, est presque partout masquée par des anomalies notables.

» La pesanteur, sur les littoraux des diverses mers, présente des anomalies faibles, constantes sur un même littoral et, par conséquent, caractéristiques.

» Dans les îles, on constate un excès considérable de la pesanteur.

» Sur les continents, c'est l'inverse, et le défaut paraît croître proportionnellement à l'altitude et à la distance à la mer.

» Nous donnons, à titre d'exemple, le Tableau et la courbe de ces anomalies de la pesanteur sur une ligne qui, partant du Spitzberg, traverse la Grande-Bretagne, la France, la Méditerranée et aboutit à Biskra.




La courbe pointillée représente les altitudes.
La courbe pleine figure les anomalies observées de l'intensité de la pesanteur.

| Noms des stations. | Altitude. | $g$ obs. — calc. | Noms des stations. | Altitude. | $g$ obs. — calc. |
|---|---|---|---|---|---|
| Spitzberg........ | 6$^{m}$ | + 88 | Figeac.......... | 223$^{m}$ | — 60 |
| Unst............ | 9 | + 55 | Marseille........ | 61 | + 14 |
| Portsoy......... | 29 | + 52 | Bastia........... | 20 | + 93 |
| Leith........... | 21 | + 35 | Corte........... | 605 | + 34 |
| Clifton.......... | 104 | + 14 | Ajaccio.......... | 6 | + 41 |
| Arbury Hitt...... | 225 | + 32 | Philippeville..... | 20 | + 41 |
| London.......... | 25 | + 15 | Col des Oliviers.. | 420 | — 13 |
| Greenwich....... | 48 | 0 | Constantine...... | 655 | — 64 |
| Shanklin Farm... | 74 | + 7 | Ouled Rhamoun.. | 687 | — 21 |
| Dunkerque....... | 20 | + 5 | Aïn Yagout...... | 890 | — 90 |
| Lihons.......... | 106 | — 3 | Batna........... | 1050 | —145 |
| Paris........... | 60 | — 18 | El Kantara....... | 525 | —143 |
| Lyon............ | 286 | — 10 | Biskra........... | 137 | —100 |
| Clermont........ | 406 | — 63 | | | |

» Les anomalies de la pesanteur, positives au Spitzberg, en Écosse et en Corse, deviennent négatives sur les continents français et algérien. Les anomalies continentales croissent nettement avec l'altitude et la distance à la mer.

» Il faut, d'ailleurs, remarquer que, des Shetland à la Méditerranée, la surface réelle de l'ellipsoïde ne s'écarte jamais, d'après Clarke, de la surface théorique de plus de 6$^{m}$,4 (18,4 pieds anglais). Ce n'est donc pas à des anomalies de la figure de la Terre qu'on peut attribuer les anomalies de la pesanteur.

» C'est à la Géologie qu'il faudra demander l'explication de ces irrégularités.

» Les mesures des Anglais aux Indes, rattachées aux nôtres par Kew et Greenwich, apportent une confirmation éclatante aux lois constatées en Europe et en Afrique, sur la région anglo-franco-algérienne. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place de Membre titulaire au Bureau des Longitudes, dans la Section de la Marine, place devenue vacante par suite du décès de M. le vice-amiral *Pâris*.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une Lettre par laquelle M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Institut à se faire représenter à la distribution des prix du Concours général entre les Lycées et Collèges de la Seine et de Versailles, qui aura lieu sous sa présidence le 31 juillet prochain.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Carte géologique de la Russie d'Europe, publiée par le Comité géologique. (Adressée par M. Wenukoff.)

2° Une Brochure portant pour titre : « Lettres inédites de Ramond, publiées et annotées par M. *Ph. Tamisey de Larroque*. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

3° Un Volume intitulé : « Soudan français; Kahel, carnet de voyage » ; par M. *Olivier de Sanderval*. (Présenté par M. Faye.)

M. **Bichat**, nommé Correspondant pour la Section de Phy sique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Ludwig**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Rordame, faites à l'équatorial coudé* ($0^m,32$) *de l'observatoire d'Alger*, par M. **Rambaud**, présentées par M. Lœwy.

*Comparaisons et positions de la comète.*

| Dates 1893. | Temps moyen d'Alger. | Comète — Étoile. Δα. | Δδ. | Nombre de comp. | Æ app. | Log. fact. parall. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parall. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | m s | ′ ″ | | h m s | | ° ′ ″ | |
| Juillet 11. | 8.45.53 | −2.29,58 | − 3.31,1 | 11: 8 | 8.57.39,10 | $\bar{1}$,812 | +45.32.59,6 | 0,714 |
| 13. | 9.10.38 | −1.15,19 | + 0.35,7 | 7: 6 | 9.51.35,26 | $\bar{1}$,786 | +41. 5.39,7 | 0,704 |
| 15. | 9.11.44 | −0. 8,25 | + 5.29,8 | 24:20 | 10.28.52,62 | $\bar{1}$,768 | +36.23.43,0 | 0,662 |
| 15. | 9.54.16 | −1.14,15 | + 0.55,2 | 13:10 | 10.29.26,25 | $\bar{1}$,754 | +36.19.43,5 | 0,728 |
| 16. | 9.24.13 | +1.29,04 | + 0.53,0 | 17:12 | 18.43.13,19 | $\bar{1}$,756 | +34.10.14,5 | 0,675 |
| 17. | 10. 7.29 | −0.14,34 | +13.59,8 | 19:16 | 10.55.21,83 | $\bar{1}$,734 | +32. 3.24,9 | 0,731 |
| 18. | 9.31.40 | −2. 3,67 | + 5.31,0 | 16:10 | 11. 5. 1,29 | $\bar{1}$,738 | +30.13.01,1 | 0,680 |
| 18. | 10.23.26 | −1.43,77 | + 1.37,0 | 10: 8 | 11. 5.21,19 | $\bar{1}$,720 | +30.09.08,1 | 0,746 |
| 19. | 9.18.38 | −0.43,46 | + 2.59,4 | 24:18 | 11.11.56,03 | 0,132 | +28.29.46,9 | 0,614 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1893. | ✶. | Gr. | Ascension droite moy. 1893,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moy. 1893,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m s | s | | | |
| Juillet 11... | *a* | 8,9 | 9.00. 8,37 | +0,31 | +45°.36′.22″,2 | +8″,5 | B. B., t. I, n° 39, Z. 173 |
| 13... | *b* | 8,9 | 9.52.49,94 | +0,51 | +41. 4.56,3 | +7,7 | $W_2$, n° 1075 |
| 15... | *c* | 9,0 | 10.29. 0,23 | +0,64 | +36.18. 6,7 | +6,5 | B. B., t. VI, + 36°, n° 2085 |
| 15... | *d* | 8,9 | 10.30.39,76 | +0,64 | +36.18.41,8 | +6,5 | Cat. Paris, n° 12987 |
| 16... | *e* | 9,0 | 10.41.44,17 | +0,68 | +34. 9.15,6 | +5,9 | $W_2$, n° 805 |
| 17... | *f* | 8,0 | 10.55.35,46 | +0,72 | +31.49.19,9 | +5,2 | $W_2$, n° 1071 |
| 18... | *g* | 9,0 | 11. 7. 4,21 | +0,75 | +30.07.26,6 | +4,5 | $W_2$, n° 83 |
| 18... | *g* | 9,0 | » | +0,75 | » | +4,5 | Id. |
| 19... | *h* | 9,2 | 11.12.38,73 | +0,76 | +26.26.43,5 | +4,0 | B. B., t. VI, + 28°, n° 1986 |

» La comète a été photographiée le 16 juillet en trente minutes de pose, par M. Renaux, la Lune étant près de l'horizon. Dans ces conditions, l'image photographique présente les caractères suivants :

» La tête de la comète est une nébulosité ronde, ayant 2′,30 de diamètre, avec un noyau dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 4^e grandeur; une queue assez faible se dirige dans l'angle de position 78° du nord vers l'est. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations du second degre dont l'intégrale générale est uniforme.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« La question que je résoudrai complètement dans cette Note est la suivante.

» *Étant donnée une équation du second ordre*

$$y'' = \mathrm{R}(y', y), \tag{1}$$

*où* R *est rationnel en* $y'$, *algébrique en* $y$ *et indépendant de* $x$, *reconnaître si l'intégrale générale de cette équation est uniforme.*

» La méthode que j'indiquerai permet d'ailleurs de former toutes les équations (1) jouissant de cette propriété et d'indiquer la nature de leur intégrale.

» J'établirai d'abord une proposition qui s'applique au cas où $x$ figure explicitement. Soit une équation

$$y'' = \mathrm{R}[y', y, (x)], \tag{2}$$

où R est *rationnel* en $y'$ et *algébrique* en $y$; on peut toujours l'écrire

$$y'' = R_1[y', y, Y, (x)],$$

avec

$$\varphi[y, Y, (x)] = 0,$$

$R_1$ désignant une fraction rationnelle de $y'$, $y$, Y, et $\varphi$ un polynôme en $y$, Y; et cela de telle façon que Y s'exprime rationnellement en $y, y', y''$.

» Dans ces conditions, *si l'intégrale de* (2) *a ses points critiques fixes, le genre de* $\varphi = 0$ *ne peut dépasser l'unité*. En effet, j'ai montré qu'alors $y$, $y'$, $y''$, par suite Y, sont des fonctions uniformes *sans coupures* de la constante $y'_0$ : d'après un théorème bien connu de M. Picard, le genre de $\varphi$ est donc égal à 0 ou à 1.

» Cette proposition est susceptible d'être étendue à des équations plus générales que (2). J'ajoute que, quand $x$ ne figure pas, elle résulte encore de ce fait que $y$ et Y sont des fonctions uniformes de $x$.

» Il suit de là qu'une transformation algébrique permet d'étudier les seules équations de la forme

$$y'' = Ay'^2 + By' + C,$$

*où* A, B, C *sont des fonctions rationnelles soit de* $y$ *seul, soit de* $y$ *et de* $\sqrt{(1-y^2)(1-B^2y^2)} \equiv \sqrt{R(y)}$. J'observe immédiatement que, si un des coefficients B, C est nul dans l'équation primitive, il est nul encore dans l'équation transformée.

» L'équation (1) équivaut à une équation du premier ordre entre $y$ et $y'$. Si l'on étudie $y'$ comme fonction de $y$, les conditions suivantes sont *nécessaires* pour que $y(x)$ soit uniforme : 1° $y' = F(y)$ ne peut admettre d'infini algébrique $y = a$, ni de point critique de l'espèce $(y-a)^\alpha$, $\alpha$ étant incommensurable; 2° si $y = a$ est un point critique algébrique de $y'$, on a, dans le voisinage de $y' = a$, $y' = (y-a)^{1-\frac{1}{\nu}}(A+\varepsilon)$, $\nu$ désignant un entier; 3° si $y = a$ est un point critique de $y'$ de l'espèce logarithmique, $\frac{y'}{y-a}$ doit rester fini pour $y = a$; 4° si $y = a$ est un point transcendant de $y'$, $\int_{y_0}^{y} \frac{dy}{y'}$ doit tendre soit vers une limite $x_1$, soit vers l'infini, quand $y$ tend vers $a$ d'une façon quelconque; 5° les mêmes conditions doivent être remplies quand on change $y$ en $\frac{1}{y}$.

» Appliquons en premier lieu les conditions à l'équation

$$(3) \qquad y'' = Ay'^2.$$

On trouve qu'un changement algébrique de fonction (où la nouvelle fonction est encore uniforme) ramène toutes les équations aux types suivants

$$(a)\quad y''=0,\qquad y''=\frac{y'^2}{y},\qquad y''=\frac{y'^2 R'}{2R},\qquad \begin{bmatrix} R=(1-y^2)(1-\beta^2 y^2) \\ R'=\dfrac{dR}{dy} \end{bmatrix}$$

$$(b)\qquad y''=y'^2\left(\frac{R'}{2R}-\frac{\alpha}{\sqrt{R}}\right).$$

» Ces équations s'intègrent immédiatement : l'intégrale des équations ($a$) est toujours uniforme ; l'intégrale de B n'est uniforme que si $\frac{2i\pi}{\alpha}=m\omega_1+n\omega_2$, $\omega_1$ et $\omega_2$ représentent les périodes de $\mathrm{sn}_{\beta^2}$. Ces résultats, sous une forme différente, ont déjà été obtenus par M. Picard (*Mémoire sur les fonctions algébriques de deux variables*, p. 166 à 172).

» Passons aux équations de la forme

$$(4)\qquad y''=Ay'^2+By'.$$

» On trouve d'abord que A doit satisfaire aux mêmes conditions que précédemment et que, par suite, un changement de fonction (où la fonction reste uniforme) donne à A une des expressions énumérées. Toutes les équations sont alors ramenées aux types suivants

$$(a')\quad y''=(\alpha y+\beta)y',\quad y''=\frac{y'^2}{y}+\alpha y',\quad y''=\frac{y'^2}{y}+\frac{\alpha+\beta y^2}{y}y',\quad y''=y'^2\frac{R'}{2R}+\alpha y',$$

$$(b')\qquad y''=\left(\frac{R'}{2R}-\frac{\alpha}{\sqrt{R}}\right)y'^2+\beta y'.$$

» Les équations de la forme

$$(5)\qquad y''=Ay'^2+C$$

donnent lieu, de même, au tableau suivant :

$$(a'')\quad \begin{cases} y''=\alpha y^3+\beta y^2+\gamma y+\delta, & y''=\dfrac{y'^2}{y}+\alpha y, \\ y''=\dfrac{y'^2}{y}+\dfrac{\alpha+\beta y+\gamma y^3+\delta y^4}{y}, & y''=\dfrac{y'^2 R'}{2R}+\beta\sqrt{R}, \end{cases}$$

$$(b'')\qquad y''=y'^2\left(\frac{R'}{2R}-\frac{\alpha}{\sqrt{R}}\right)+\beta\sqrt{R}.$$

» Toutes ces intégrations s'intègrent sans peine. L'intégrale des équations ($a$), ($a'$), ($a''$) est une combinaison uniforme de fonctions rationnelles, exponentielles ou doublement périodiques, sans d'autre point essentiel que $x=\infty$. L'intégrale de ($b$), ($b'$), ($b''$) n'est uniforme que

si $\frac{2i\pi}{\alpha}$ est une période de $sn_{\beta^2}$, et elle présente des points essentiels mobiles.

» Arrivons enfin à l'équation générale

$$(1) \qquad y'' = Ay'^2 + By' + C.$$

En appliquant les mêmes conditions et en comparant l'équation (1) à l'équation incomplète obtenue en annulant C ou B, on forme certaines équations qui, seules, *peuvent* avoir leur intégrale uniforme. *Or toutes ces équations s'intègrent par quadratures ou se ramènent à une équation de Riccati à coefficients périodiques* [1]. Cette intégration une fois effectuée, il est facile de voir à quelles conditions l'intégrale sera réellement uniforme. On arrive ainsi à cette conclusion : *On peut toujours choisir les constantes d'intégration de façon que l'intégrale $y(x)$ dépende algébriquement au moins d'une de ces constantes.* D'après un théorème que j'ai établi, l'intégrale doit donc se ramener aux transcendantes uniformes définies par les équations du premier ordre. C'est, en effet, ce qui a lieu : *l'intégrale est une combinaison de fonctions rationnelles exponentielles doublement périodiques ou dépend d'une équation de Riccati à coefficients périodiques.*

» On voit quelle différence profonde sépare le second et le troisième ordre, puisque les équations du troisième ordre de la forme

$$y'y''' = \tfrac{3}{2}y''^2 + y'^4 A(y),$$

où A est algébrique en $y$, peuvent admettre comme intégrale une fonction fuchsienne. La raison de cette différence réside dans les propriétés générales des équations différentielles que j'ai démontrées dans des Notes antérieures et dont j'ai déduit notamment que $y(x)$, dans le cas du deuxième ordre, ne peut présenter de coupure.

» La méthode que j'ai indiquée s'applique aussi bien à une équation algébrique quelconque $F(y'', y', y) = 0$. Il est même vraisemblable que l'élévation du degré et du genre simplifie l'intégration. On peut donc regarder comme certain que l'intégrale de F, quand elle est uniforme, est réductible aux transcendantes uniformes définies par le premier ordre, mais quand $x$ figure explicitement dans l'équation, il n'en est plus ainsi. »

---

(1) Parmi ces équations figure notamment l'équation $y'' = 6y^2 - \frac{3}{2}\beta^4 + 5\beta y'$, signalée par M. Picard et intégrée récemment par M. Mittag-Leffler.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations différentielles ordinaires.* Note de M. **A. Guldberg**, présentée par M. Picard.

« Dans une Note récente, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques remarques sur les systèmes simultanés qui possèdent *un* système fondamental d'intégrales.

» Dans les lignes qui suivent je me propose d'étudier les cas où un système simultané possède *un* système fondamental d'intégrales premières.

» Soit donné le système d'équations différentielles ordinaires

$$\frac{d^m x_i}{dt^m} = \mathrm{F}_i\left(\frac{d^{m-1} x_1}{dt^{n-1}} \cdots \frac{d^{m-1} x_n}{dt^{n-1}}, \ldots, x_1 \ldots x_n, t\right) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Une solution première générale est

$$(1) \qquad x_i^{m-1} = f_i(x_1^{m-2} \ldots x_n^{m-2}, \ldots, x_1 \ldots x_n, t, a_1 \ldots a_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

en écrivant $x_k^j$ au lieu de $\frac{d^j x_k}{dt^j}$ et où les $a$ sont constantes d'intégration.

» Nous supposons que l'on peut, d'une manière déterminée, toujours la même, exprimer cette solution générale par un certain nombre irréductible des solutions particulières

$$(2) \qquad x_{11}^{m-1} \ldots x_{n1}^{m-1},\ x_{12}^{m-1} \ldots x_{n2}^{m-1},\ \ldots,\ x_{1k}^{m-1} \ldots x_{nk}^{m-1},$$

obtenues par particularisation des constantes d'intégrations $a$ en les équations (1), et $n$ constantes arbitraires $b$ par des formules connues ou inconnues

$$(3) \qquad x_i^{m-1} = \Phi_i(x_{11}^{m-1} \ldots x_{n1}^{m-1}, \ldots, x_{1k}^{m-1} \ldots x_{nk}^{m-1}, b_1 \ldots b_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

qui subsistent lorsqu'on y remplace les solutions particulières (2) par $k$ autres solutions particulières quelconques.

» D'une manière analogue à celle indiquée dans ma Note récente, on voit que l'on peut, en s'appuyant sur un théorème de M. Lie, choisir les $b$ de façon que les équations (3) définissent un groupe continu $k$ fois transitif en $x_i^{m-1}$ et $b_i$ aux $kn$ paramètres $x_{11}^{m-1} \ldots x_{nk}^{m-1}$. Les valeurs de $k$ sont donc $1, 2, \ldots, n+2$; dans le cas $k = n+2$, le groupe est semblable au groupe projectif général.

» En appliquant ces remarques dans le cas où $n = 1, m = 2$, on trouve les trois équations :

» 1° L'équation

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = P(x,t)\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + Q(x,t)\frac{dx}{dt},$$

où

$$\frac{\partial P(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial Q(x,t)}{\partial x}.$$

» Une solution première générale est

$$\frac{dx}{dt} = \Theta(x,t)a.$$

» 2° L'équation

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = P(x,t)\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + Q(x,t)\left(\frac{dx}{dt}\right) + R(x,t),$$

où

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\frac{\partial^2 P}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial t\,\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}(RP) + Q\frac{\partial P}{\partial t}}{2\frac{\partial P}{\partial t} - \frac{\partial Q}{\partial x}}\right).$$

» Une solution première générale est

$$\frac{dx}{dt} = \Theta_1(x,t)a + \Theta_2(x,t).$$

» 3° L'équation

$$P(x,t)\frac{d^2 x}{dt^2} = Q(x,t)\left(\frac{dx}{dt}\right)^3 + R(x,t)\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + S(x,t)\frac{dx}{dt} + T(x,t),$$

où

$$\frac{\partial}{\partial x}(T\vartheta^2) = \frac{\partial}{\partial t}\left[Q + \vartheta\left(R - \frac{\partial P}{\partial x}\right) + \vartheta^2\left(S - \frac{\partial P}{\partial t}\right)\right],$$

$\frac{1}{2\vartheta}$ étant une solution première particulière.

» Une solution première générale est

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\Theta_1(x,t)a + \Theta_2(x,t)}{\Theta_3(x,t)a + \Theta_4(x,t)}. \text{ »}$$

NOMOGRAPHIE. — *Sur une méthode nomographique applicable à des equations pouvant contenir jusqu'à dix variables.* Note de M. **Maurice d'Ocagne.**

« Le but de cette Note est de faire connaître le principe d'une méthode nomographique d'une extrême généralité, s'appliquant à des équations

pouvant contenir jusqu'à dix variables, c'est-à-dire fournissant des abaques à neuf entrées, et comprenant comme cas particuliers toutes les méthodes connues jusqu'à ce jour.

» Considérons sur un plan fixe quatre systèmes de points doublement isoplèthes ([1]), $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$, limités, bien entendu, à des aires n'empiétant pas les unes sur les autres, et définis par les équations

$$(1) \qquad X = f_i(\alpha_i, \alpha_{i+4}), \qquad Y = \varphi_i(\alpha_i, \alpha_{i+4}) \quad (i = 1, 2, 3, 4).$$

Sur ce plan fixe, posons un plan transparent mobile sur lequel soient tracés deux systèmes de courbes isoplèthes, définis par les équations

$$(2) \qquad g(x, y, \alpha_9) = 0,$$
$$(3) \qquad h(x, y, \alpha_{10}) = 0.$$

» Nous pouvons faire passer l'axe des $x$ du plan mobile par les points $(\alpha_1, \alpha_5)$ et $(\alpha_2, \alpha_6)$ du plan fixe, puis faire glisser cet axe sur lui-même jusqu'à ce qu'une certaine courbe $\alpha_9$ du plan mobile passe par le point $(\alpha_3, \alpha_7)$ du plan fixe. Une courbe $\alpha_{10}$ du plan mobile passe alors par le point $(\alpha_4, \alpha_8)$ du plan fixe.

» On constitue ainsi un *abaque* de l'équation qui lie analytiquement les dix quantités $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{10}$, liées géométriquement de la façon qui vient d'être dite.

» Pour avoir cette équation, remarquons que les coordonnées $x$ et $y$, prises dans le plan mobile, sont liées aux coordonnées X et Y prises dans le plan fixe par les formules

$$(4) \qquad \begin{cases} x = \lambda(X - X_0) + \mu(Y - Y_0), \\ y = -\mu(X - X_0) + \lambda(Y - Y_0), \end{cases}$$

où $X_0$ et $Y_0$ sont les coordonnées de l'origine du plan mobile, $\lambda$ et $\mu$ les coefficients d'orientation de ses axes, liés par l'équation

$$(5) \qquad \lambda^2 + \mu^2 = 1.$$

» L'axe des $x$ a donc pour équation

$$\mu(X - X_0) - \lambda(Y - Y_0) = 0,$$

et si l'on exprime qu'il passe par les points $(\alpha_1, \alpha_5)$ et $(\alpha_2, \alpha_6)$, on a, en

([1]) Voir ma *Nomographie*, Chap. VI.

écrivant $f_i$ et $\varphi_i$ pour $f_i(\alpha_i, \alpha_{i+4})$ et $\varphi_i(\alpha_i, \alpha_{i+4})$,

$$(6) \qquad \begin{cases} \mu(f_1 - X_0) - \lambda(\varphi_1 - Y_0) = 0, \\ \mu(f_2 - X_0) - \lambda(\varphi_2 - Y_0) = 0, \end{cases}$$

ou

$$(7) \qquad \frac{\mu}{\lambda} = \frac{\varphi_1 - Y_0}{f_1 - X_0} = \frac{\varphi_2 - Y_0}{f_2 - X_0} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{f_1 - f_2}.$$

» La substitution des valeurs (4) de $x$ et $y$ dans (2) et (3) transforme ces équations en

$$G(X, Y, X_0, Y_0, \lambda, \mu, \alpha_9) = 0,$$
$$H(X, Y, X_0, Y_0, \lambda, \mu, \alpha_{10}) = 0.$$

» Exprimant donc que les courbes correspondantes passent respectivement par les points $(\alpha_3, \alpha_7)$ et $(\alpha_4, \alpha_8)$

$$(8) \qquad G(f_3, \varphi_3, X_0, Y_0, \lambda, \mu, \alpha_9) = 0,$$
$$(9) \qquad H(f_4, \varphi_4, X_0, Y_0, \lambda, \mu, \alpha_{10}) = 0,$$

l'équation (7)

$$\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{f_1 - f_2}$$

jointe à (5) fait connaître les valeurs de $\lambda$ et $\mu$ en fonction de $\alpha_1$, $\alpha_5$, $\alpha_2$ et $\alpha_6$, à savoir

$$(10) \qquad \lambda = \frac{f_1 - f_2}{\sqrt{(f_1 - f_2)^2 + (\varphi_1 - \varphi_2)^2}}, \qquad \mu = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\sqrt{(f_1 - f_2)^2 + (\varphi_1 - \varphi_2)^2}}.$$

» Ces valeurs de $\lambda$ et $\mu$ étant portées dans (8), (9) et la première équation (7) par exemple, il suffit d'éliminer $X_0$ et $Y_0$ entre ces équations pour avoir l'équation cherchée entre $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_9, \alpha_{10}$.

» On voit que, si l'une des équations (8) ou (9) est linéaire en $X_0$ et $Y_0$, c'est-à-dire si l'un des systèmes d'isoplèthes du plan mobile est composé de droites, il est facile d'effectuer complètement le calcul.

» En remplaçant plusieurs des dix variables $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{10}$ par des constantes, en faisant coïncider ensemble deux ou plusieurs des systèmes $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$, en spécialisant la nature de plusieurs des fonctions arbitraires intervenant dans la question, etc., on tire de la méthode précédente une foule de procédés particuliers, quoique encore très généraux. On obtient notamment ainsi tous les procédés connus jusqu'ici, tels que la méthode des points simplement ou doublement isoplèthes [1], la méthode des aba-

[1] *Comptes rendus*, t. CII, p. 816, et *Nomographie*, Chap. IV et VI.

gues hexagonaux de M. Lallemand ([1]), la méthode à parallèles de M. Béghin ([2]), etc.

» Je terminerai par une observation d'ordre pratique : en vue de la plus grande précision possible, il convient de constituer le plan transparent mobile au moyen d'une matière rigide (corne, celluloïd, ...), ayant un bord parallèle à l'axe des $x$. Lorsque cet axe est disposé de façon à passer par les points $(\alpha_1, \alpha_5)$ et $(\alpha_2, \alpha_6)$, il suffit de faire glisser ce bord le long d'une règle jusqu'à ce que la courbe $\alpha_9$ passe par le point $(\alpha_3, \alpha_7)$ pour que le transparent se trouve dans la position voulue. »

PHYSIQUE. — *Densité de l'anhydride sulfureux, sa compressibilité et sa dilatation au voisinage des conditions normales.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann ([3]).

« J'ai indiqué dans une précédente Note que la densité de l'acide sulfureux me paraissait devoir être notablement supérieure à 2,234, nombre admis jusqu'ici.

» J'ai trouvé en effet qu'elle est égale à 2,2639 dans les conditions normales, à moins de deux unités du dernier ordre conservé, c'est-à-dire à $\frac{1}{10000}$ près. Il se peut que, conformément aux expériences de Cahours et de Bineau, une quantité appréciable de ce gaz ait été condensée par la paroi du verre, grâce au voisinage du point de liquéfaction. Le nombre ci-dessus serait donc approché par excès. Je suis porté à croire, en tous cas, que cet effet, s'il existe, ne peut altérer ici que la dernière décimale.

» Il n'est pas permis d'appliquer la loi de Mariotte pour ramener les nombres des expériences à la pression normale. J'ai donc pris le soin d'étudier la compressibilité du gaz à 0°.

» *Expériences.* — Le gaz est préparé par l'action de l'acide sulfurique pur sur du mercure purifié. Il n'a le contact d'aucun caoutchouc ni bouchon de liège; il traverse, avant d'arriver au ballon à densités, un barbotteur à acide sulfurique et une colonne d'anhydride phosphorique.

» Quatre remplissages ont été effectués à 0° et à la pression atmosphérique, qui s'est toujours trouvée inférieure à la pression normale.

» Après une première pesée, le ballon était replongé dans la glace fondante et mis en relation avec la machine pneumatique et le mano-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 421, et *Nomographie*, Chap. III et V.

([2]) *Génie civil*, 24 décembre 1892.

([3]) Ce travail a été exécuté au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

mètre. Le vide avait été fait au préalable dans les divers tubes de communication, afin d'éviter l'introduction de l'air dans le ballon.

» Le gaz est amené ainsi à une pression parfaitement connue. Il est tenu compte du petit excès de pression tenant à la position du centre du ballon par rapport au niveau du mercure dans le manomètre.

» Le vide partiel est poussé successivement jusqu'aux environs de $0^{atm},5$, et chaque opération suivie d'une nouvelle pesée donne le poids de gaz (toujours identique) qui remplit le ballon à la pression correspondante et à la même température $0^{o}$. Il est tenu compte, comme d'habitude, de la perte de poids du ballon par essuyage et de sa contraction sous l'influence du vide.

» Je trouve, par exemple, que mon ballon renferme :

| | | |
|---|---|---|
| $6^{gr},6227$ | de gaz à la pression de | 755,29 (¹) |
| 5,1285 | » | 588,05 |
| 3,1593 | » | 364,88 |

» Suivant exactement la méthode de Regnault, désignons par $\varepsilon$ la différence $\left(\frac{V_0P_0}{VP} - 1\right)$, et par $p_0$ et $p$ les poids de gaz contenus dans le ballon aux pressions $P_0$ et $P$; on a

$$\varepsilon = \frac{pP_0}{Pp_0} - 1.$$

» On pourrait se proposer de représenter les variations de $\varepsilon$ par la formule parabolique

$$\varepsilon = A(P - P_0) + B(P - P_0)^2.$$

» Mais on trouve que le deuxième terme est insignifiant dans les limites de ces expériences, et qu'il suffit de déterminer le coefficient A au moyen des nombres extrêmes. On trouve ainsi $A = 0,0321$, si la pression est comptée en mètres de mercure (²). Au voisinage de la pression normale, le coefficient prend la valeur $A = 0,0323$.

---

(¹) Je ferai remarquer que ces poids sont assez forts pour ne comporter d'autre erreur importante que celle qui résulte de la mesure des pressions. L'étude de la compressibilité et de la dilatation de l'acide sulfureux par cette méthode des densités est donc tout aussi précise que leur étude directe par les procédés ordinaires de Regnault. J'ajouterai que l'emploi de ballons sphériques et relativement gros a, en outre, l'avantage de réduire autant que possible le rapport entre la surface et le volume, et de diminuer en conséquence l'effet de la condensation par les parois.

Cette méthode, déjà moins avantageuse avec l'acide carbonique (pour lequel elle a été employée par Regnault), deviendrait illusoire pour les gaz légers et surtout pour l'hydrogène.

(²) M. Amagat a trouvé 0,0243 entre $1^{atm}$ et $2^{atm}$ à la température de $15^{o}$.

» Il en résulte que, pour passer du poids $p$ de gaz obtenu à la pression H au poids $p'$ correspondant à la pression normale, il faut écrire

$$p' = p\,\frac{760}{H}\left[1 + (760 - H) \times 323 \times 10^{-7}\right].$$

» Les nombres ainsi corrigés donnent pour la densité de l'acide sulfureux, à la pression normale, des densités comprises entre 2,2638 et 2,2641 (moyenne 2,2639).

» *Dilatation de l'acide sulfureux.* — J'ai profité de l'installation de ces expériences pour étudier la dilatation de l'acide sulfureux entre 0° et la température ordinaire.

» A cet effet, j'ai porté mon ballon rempli à 0°, comme il vient d'être dit, soit sous la pression atmosphérique, soit à une pression plus faible, dans un bain d'eau à une température voisine de la température ambiante et convenablement agitée par un courant d'air. La température était déterminée au moyen d'un thermomètre à mercure en verre dur, étudié au pavillon de Breteuil, et les observations réduites au thermomètre normal à hydrogène.

» Le ballon peut donc être rempli successivement à 0° et à la pression H, puis à $t°$ et à une pression voisine H'. Il est facile, grâce aux expériences précédentes, de calculer exactement quel eût été le poids de gaz à 0° et à la pression H'.

» J'ai d'autre part eu l'occasion, lors de l'étude préalable de mon ballon à densités, de constater que son coefficient de dilatation est 0,000026. D'après cela, on calcule le coefficient moyen de dilatation entre 0° et $t°$ au moyen des poids $p_0$ et $p$ de gaz contenus à ces températures dans un même volume, sous la même pression

$$\alpha = \frac{p_0 - p}{p\,t},$$

$p_0$ et $p$ ayant été déduits des données immédiates $\pi_0$ et $\pi$ au moyen des formules

$$p_0 = \pi_0\,\frac{H'}{H}\left[1 + A(H' - H)\right] \qquad \text{et} \qquad p = \frac{\pi}{1 + Kt}.$$

» J'ai trouvé, par exemple, pour le coefficient moyen à la pression, de $762^{mm},86$ entre 0° et 18°,74 : 0,003967; de $761^{mm},70$ entre 0° et 25°,56 : 0,003958.

» On voit d'après cela que le coefficient moyen entre 0° et 20° sous la pression normale est voisin de 0,003963 [1].

---

[1] M. Amagat (*Comptes rendus*, 1871) a trouvé pour le coefficient entre 0° et

» En combinant ce nombre avec le coefficient (0,003903) obtenu par Regnault entre 0° et 100°, on trouve pour le *coefficient vrai à* 0°

$$\alpha_0 = 0,003978.$$

» Il est facile, d'après l'ensemble de ces expériences, de calculer le *coefficient vrai à* 0° *d'augmentation de pression*. Il suffit, en effet, d'appliquer la relation connue $\alpha = p_0 \mu \beta$ dans laquelle $p_0 \mu = 1 + 0,76$ A.

» On trouve ainsi

$$\beta_0 = 0,003883.$$

» Enfin j'ajouterai que j'ai trouvé pour le coefficient de dilatation entre 0° et 22°, sous la pression de $334^{mm}$ de mercure :

$$\alpha = 0,003787.$$

» Je reviendrai ultérieurement sur ces résultats. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les résidus de polarisation*. Note de M. **E. Bouty**.

« Pour définir les capacités de polarisation, on admet implicitement : 1° que, au moins au premier degré d'approximation, toute la quantité d'électricité qui traverse le circuit d'un voltamètre pendant la charge est employée à faire varier la polarisation et sera récupérée dans la décharge; 2° qu'à une polarisation déterminée correspond une seule et unique valeur de la charge récupérable. On sait que ces hypothèses ne sont pas rigoureuses; peut-être n'est-il pas inutile de montrer à quel point elles peuvent, dans certains cas, être éloignées de la réalité.

» 1. *Capacités apparentes pour la charge*. — La formule (1)

$$p = \frac{I_0 t}{C(1 + Bt)}, \qquad (1)$$

que j'ai établie antérieurement [1] pour représenter la polarisation $p$ d'un voltamètre à électrodes de platine sous l'influence de courants constants d'intensité $I_0$ *négligeable*, continue à s'appliquer pour des valeurs sensibles de $I_0$ et fournit des valeurs de C invariables; mais B croît linéairement

---

20°, sous la pression de $73^{cm}$ environ, le nombre 0,00412. On peut attribuer en partie l'écart à ce que, dans l'appareil employé par ce savant, le rapport entre la surface et le volume de l'enveloppe était beaucoup plus grand que dans mes expériences.

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 628, 691 et 732.

avec $I_0$

(2) $$B = \beta + \gamma I_0;$$

on a donc, dans des limites très larges,

(1 *bis*) $$p = \frac{I_0 t}{C(1 + \beta t + \gamma I_0 t)} = \frac{Q}{C(1 + \beta t + \gamma Q)},$$

en désignant par Q la quantité totale d'électricité qui a traversé le circuit (sous forme de courant constant).

» La formule (1 *bis*) indique une valeur maximum de la polarisation

(3) $$P = \frac{1}{C\gamma},$$

correspondant au passage d'une quantité d'électricité infinie dans le circuit.

» D'une manière générale, la capacité apparente $\frac{Q}{p}$ est

(4) $$\frac{Q}{p} = \frac{C(1 + \beta t)}{1 - pC\gamma};$$

et pour chaque valeur donnée soit de $p$, soit de $t$, elle possède une infinité de valeurs différentes, et peut devenir supérieure à toute quantité donnée.

» 2. *Capacités efficaces pour la décharge.* — Soient $p$ la polarisation atteinte au bout d'un temps de charge $t$; $p_1, p_2, \ldots, p_n$ les polarisations qui subsistent après une décharge de 1, 2, ..., $n$ secondes à travers une résistance R. Posons

(5) $$\eta_n = \frac{p_{n-1} - p_n}{\frac{p_{n-1} + p_n}{2}},$$

et soit $C_n$ la capacité *efficace* du voltamètre pendant la $n^{\text{ième}}$ seconde (c'est-à-dire celle qui correspond à la quantité d'électricité débitée à travers R); on démontre aisément que

$$C_n = \frac{1}{R\eta_n}.$$

Or l'expérience établit :

» 1° Que pour une valeur donnée de $t$, $C_1$ paraît indépendant de $p$;

» 2° Que pour une valeur donnée de $p$, $C_1$ est d'autant plus grand que la durée $t$ de charge a été plus grande;

» 3° Que les capacités efficaces croissent de $C_1$ à $C_n$, c'est-à-dire croissent à mesure que la polarisation décroît, contrairement à ce qui avait lieu pour les capacités apparentes de charge.

» Toutes ces variations sont considérables. Elles subsistent quelque faibles que soient $p$ ou $t$. Il faut en conclure que *la notion de capacité de polarisation ne peut avoir de sens bien défini que pour des valeurs nulles de* $p$ *et de* $t$ (*capacité initiale*).

» 3. *Quantité d'électricité récupérable.* — Si la durée de charge d'électrodes de platine placées dans un sel neutre (chlorure de sodium, par exemple) ne dépasse pas une dizaine de secondes, et que $p$ ne dépasse pas $0^{\text{volt}},2$; si, de plus, on emploie pour la décharge un circuit de résistance médiocre, la quantité d'électricité

$$Q' = \frac{1}{R}\int p_n \, dt,$$

restituée pendant la décharge, se confond, au degré d'approximation des mesures, avec la quantité Q fournie pendant la charge; et puisque la capacité efficace croît de $C_1$ à $C_n$ au lieu de demeurer constante, il faut nécessairement qu'une partie notable de la charge soit passée à l'état de *résidus* (récupérables, mais non entièrement disponibles pour la décharge instantanée). C'est le phénomène connu depuis longtemps sous le nom de *pénétration de la polarisation*.

» M. Berthelot (¹) a démontré que le platine est susceptible de former des combinaisons aux dépens des éléments de l'eau acidulée ou des sels, avec une très faible consommation d'énergie. Il est probable que le mécanisme des résidus de polarisation consiste précisément dans la production ou la destruction de tels composés qui commenceraient déjà à se produire pour des polarisations négligeables. En ce cas, on doit comparer une électrode polarisée non à un condensateur parfait, mais à un condensateur portant en dérivation une sorte d'accumulateur.

» Si l'on ajoute au sel neutre, baignant les électrodes de platine, des quantités $q$ croissantes de chlorure de platine, la quantité Q' d'électricité récupérable cesse d'être égale à Q et tend vers zéro lorsque $q$ croît indéfiniment. La capacité apparente de charge $\frac{Q}{p}$ croît indéfiniment avec $q$, *et il en est de même de la capacité initiale* C [formule (1)]. Au contraire, *la capacité efficace pour la décharge ne varie pas sensiblement*. Une partie de plus en plus notable du courant de charge traverse donc le voltamètre sans contribuer ni à l'accroissement de la polarisation, ni à la formation des

(¹) Berthelot, *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1317; *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. I, p. 141; 1882.

résidus. Dans ce cas, il faut comparer l'électrode à un condensateur parfait, portant à la fois en dérivation un accumulateur et une résistance impolarisable.

» De telles complications imposent de la prudence pour l'interprétation théorique et la discussion des résultats relatifs *même aux capacités initiales de polarisation*. »

OPTIQUE. — *Sur de nouvelles franges d'interférences rigoureusement achromatiques.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. A. Cornu.

« En continuant mes études sur les franges d'interférences circulaires ([1]), j'ai été amené à recevoir sur un réseau circulaire à traits équidistants un faisceau lumineux provenant d'un trou très petit (deux fentes en croix) éclairé par le Soleil; si les rayons tombent sur la partie centrale et si l'on examine dans le faisceau lumineux avec une loupe de grand champ, on observe un nombre considérable d'anneaux concentriques équidistants *absolument achromatiques,* c'est-à-dire alternativement blancs et noirs. Pour apercevoir facilement le phénomène, il est bon de mettre le réseau à une dizaine de centimètres *au plus* de l'ouverture, de placer l'oculaire à $1^{m},50$ et de se servir d'un réseau étendu; celui que j'ai employé était au $\frac{1}{50}$ et couvrait $18^{mm}$.

» Si le réseau était moins large, on ne verrait rien à cette distance et il faudrait se rapprocher, mais alors les anneaux seraient plus petits : à $50^{cm}$, on peut encore les voir à la loupe; ils sont très fins, et l'aspect général est fort élégant; si l'on veut observer encore plus près, on doit employer le microscope; j'ai compté plus de 360 anneaux : les derniers étaient aussi nets que les premiers; c'est l'éclairement seul qui finissait par défaut.

» Ces franges s'élargissent lorsqu'on observe à une plus grande distance ou lorsqu'on rapproche le réseau de la source; ces deux variations, jointes à ce fait que les anneaux sont blancs et noirs, permettent de dire que l'aspect général est le même que si l'on observait l'*ombre* des traits portée par le point lumineux; ce n'est d'ailleurs là qu'une façon de s'exprimer pour résumer le sens général du phénomène; car, outre que ce ne pourrait être une explication, j'ai constaté :

» 1° Que, sur une longueur connue (sur un micromètre), on compte

([1]) *Comptes rendus* des 6 février, 20 février et 13 mars 1893.

exactement deux fois plus d'anneaux qu'il n'y a de cercles dans la région qui se projette sur ce même espace;

» 2° En couvrant la partie centrale du réseau avec un petit disque, les anneaux centraux ne disparaissent pas;

» 3° En limitant le réseau par des diaphragmes circulaires de moins en moins larges, on finit par faire disparaître les franges;

» 4° Le diaphragme qui fait disparaître le phénomène a une ouverture d'autant plus grande qu'on observe à plus grande distance;

» 5° *La disparition des franges se produit exactement lorsque l'œil de l'observateur placé au point où l'on vise ne voit plus le premier cercle coloré de diffraction qui entoure le point lumineux.*

» Cette dernière remarque permet d'attribuer le phénomène à l'interférence des rayons correspondants à ce premier cercle de diffraction.

» Soient S le point lumineux, O le centre du réseau perpendiculaire à SO; un faisceau conique très délié émané de S se diffracte à droite et à gauche en formant des ondes parageniques; considérons, en particulier, la première onde diffractée de part et d'autre. Les rayons correspondants se comportent comme s'ils émanaient de deux points $S_1$ et $S_2$; soit alors un point M situé à une distance $y$ en arrière de S, le mouvement vibratoire qui lui parvient peut être considéré comme provenant des deux points $S_1$ et $S_2$, et la lumière qui arrive en M est celle qui a été diffractée au voisinage des deux points $S_1$ et $S_2$ où les droites $S_1M$ et $S_2M$ rencontrent le réseau. Ces deux sources provenant d'une source unique interféreront, et la frange d'ordre $k$ sera à une distance $x$ de la droite SO donnée par la formule connue

$$x = k\,{}_{2}\,\frac{y}{2c} \qquad \text{où} \qquad c = SS_1.$$

» Mais, si l'on considère une autre radiation, les points $S_1$ et $S_2$ ne sont plus les mêmes; c'est une fonction de $\lambda$, $c = d\tan g\delta$, ou sensiblement $d\sin\delta$, c'est-à-dire $dn\lambda$, $d$ étant la distance du réseau aux points lumineux, $\delta$ la déviation pour le diffracté de premier ordre, et $n$ le nombre de traits par millimètre.

» La distance de deux franges consécutives obtenue en faisant $K = 2$ est

(1) $$\varepsilon = \lambda\frac{y}{2\,nd\lambda} = \frac{y}{2\,dn};$$

elle est indépendante de $\lambda$, ainsi que $x$; *l'achromatisme est absolu*, toutes les couleurs formant leurs franges aux mêmes points.

» Si l'on cherche la distance $\varepsilon'$ des ombres de deux traits consécutifs, on trouve

(2) $$\varepsilon' = \frac{y}{nd}.$$

» La comparaison des équations (1) et (2) montre que $\varepsilon$ doit en effet varier comme *l'ombre* $\varepsilon'$, mais qu'elle est deux fois plus petite.

» Pour que l'interférence en M se produise, il faut que les deux régions $s_1$ et $s_2$ ne soient pas masquées : les franges ne seront donc visibles qu'à l'intérieur d'un cône qui

s'appuie d'un côté sur le cercle $S_1S_2$ et, d'autre part, sur celui qui limite l'ouverture utilisée du réseau.

» Une discussion complète montre qu'il y a avantage à prendre des réseaux à traits assez espacés; ceux au cinquantième conviennent très bien, pourvu qu'ils aient une étendue d'au moins $1^{cm}$, encore est-il bon qu'ils soient plus larges, sans quoi on est obligé de se rapprocher et de prendre un microscope au lieu d'une loupe, à cause de la finesse des franges.

» La théorie précédente doit s'appliquer aux réseaux rectilignes et permet de prévoir la production de franges provenant de l'interférence des deux diffractés de premier ordre, et c'est en cherchant ces franges achromatiques que j'ai été amené à vérifier la nécessité de la condition précédente, car ce n'est qu'en me servant d'un microscope et en me plaçant à quelques centimètres du réseau, que j'ai pu les voir; le réseau que j'employais n'avait qu'un demi-centimètre d'ouverture, ce qui diminuait considérablement l'étendue du champ. Mais, dans ce cas, on peut remplacer le point S par une fente lumineuse parallèle aux traits, ce qui permet d'avoir plus d'intensité : il faut, il est vrai, un réglage de parallélisme, mais, en revanche, on obtient un phénomène d'une remarquable régularité; le champ est sillonné de raies brillantes et sombres, égales, comme si l'on visait un treillage très régulier.

» Le phénomène est difficile à voir avec des réseaux au centième, je ne l'ai aperçu qu'en visant avec un microscope très grossissant (objectif n° 6) tout contre le plan du réseau, encore est-il compliqué de colorations sur lesquelles je reviendrai. Avec un réseau au vingt-cinquième, les franges sont visibles, mais les colorations dont on vient de parler se manifestent presque à toutes distances; au contraire, avec les réseaux au cinquantième, placés à quelques centimètres de la fente, on a des franges achromatiques de dimensions variables; j'en ai mesuré dont la largeur n'était que de *un centième de millimètre*. Voici enfin les mesures que j'ai faites, tant sur les franges circulaires que sur les franges rectilignes, pour vérifier la formule (1) établie plus haut; elles ont été obtenues soit à l'aide d'un oculaire micrométrique, soit avec un microscope, par comparaison avec un micromètre-objectif.

| | Distances de la source au réseau ou $d$. | Distances des franges au réseau. | $y$. | Nombre de fr. dans $\frac{99}{100}$ de millim. | $\varepsilon$ obs. | $\varepsilon$ calc. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | c | c | c | | mm | mm |
| Franges rectilignes. | 9 | 2,5 | 11,5 | 78 | 0,0129 | 0,0127 |
| | » | 11,3 | 20,3 | 44 | 0,0229 | 0,0225 |
| | » | 24 | 33 | 27 | 0,0373 | 0,0366 |
| | » | 34,2 | 43,2 | 21 | 0,0481 | 0,0480 |

| | Distances de la source au réseau ou *d*. | des franges au réseau. | *y*. | Nombre de fr. dans $\frac{88}{100}$ de millim. | ε obs. | ε calc. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | c | c | c | | mm | mm |
| Franges circulaires. | 12 | 12 | 24 | 51 | 0,0197 | 0,0200 |
| | » | 20 | 32 | 38 | 0,0265 | 0,0265 |
| | » | 88 | 100 | 60,5 (1) | 0,0825 | 0,0830 |
| | » | 188 | 200 | 30 (1) | 0,1666 | 0,1666 |

» Les différences ne portent que sur les dix-millièmes de millimètre; ces mesures concordent donc très exactement avec la théorie précédente.

» Lorsqu'on modifie les conditions de l'expérience, on aperçoit des colorations alternées très brillantes sur lesquelles je me propose de faire prochainement une Communication; elles fournissent l'explication des franges de l'ouverture dans l'expérience des réseaux parallèles de M. Crova. »

A l'occasion de cette Communication, M. **Cornu** ajoute :

« Comme confirmation de ces expériences, j'indiquerai le dispositif très simple que j'ai réalisé autrefois à propos d'études analogues (*Comptes rendus*, tome XCIII, p. 809) pour obtenir un *champ uniforme de franges rectilignes achromatiques*. Un réseau à traits largement espacés (un demi-millimètre) est placé sur le trajet d'un faisceau parallèle, émané d'un collimateur, et reçu dans une lunette; au foyer de celle-ci se forment les images réelles du spectre de diffraction. A l'aide d'un diagramme focal, percé de deux ouvertures, on intercepte toutes les images, sauf les deux spectres symétriques destinés à fournir les ondes interférentes; on réalise ainsi deux sources lumineuses réelles dont l'écartement est, pour chaque radiation, proportionnel à la longueur d'onde; c'est la condition nécessaire et suffisante pour obtenir un champ de franges achromatiques. Ces franges (particulièrement brillantes avec les deux spectres du premier ordre qu'on peut isoler avec netteté) sont observables au delà du foyer principal comme celles des *deux miroirs*.

» On pourrait objecter que le champ uniforme de franges achromatiques n'est que l'ombre des traits du réseau; on lève l'objection en employant les spectres symétriques de différents ordres; le phénomène reste le même, mais le nombre de franges achromatiques dans un intervalle donné croît,

(1) Ces deux nombres, obtenus par le premier procédé, indiquent le nombre de franges contenues dans les 5mm du micromètre oculaire.

toutes choses égales d'ailleurs, comme le numéro d'ordre du spectre employé; ce nombre devrait rester constant si l'apparence observée avait l'origine supposée.

» Quelque décisive que soit cette démonstration, j'ai cherché à obtenir le même phénomène sans réseau; j'y suis parvenu avec des biprismes analogues à celui de Fresnel (appelé quelquefois à tort *biprisme de Pouillet*) formés en accouplant des lames prismatiques de flint et de crown, de manière à donner au prisme résultant une dispersion proportionnelle à la longueur d'onde. La difficulté de tailler exactement les lames et l'impossibilité d'obtenir avec rigueur la loi de proportionnalité, laissent au premier dispositif (sauf en ce qui concerne l'objection précitée) une supériorité incontestable. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation du sulfure de nickel.* Note de M. **Ph. de Clermont**, présentée par M. Troost.

« L'oxydation de sulfure de nickel à l'air, en présence d'une quantité d'eau plus ou moins grande, est un fait que tout chimiste a observé. Le mécanisme et les produits de cette oxydation ne sont pas exactement connus; il m'a semblé qu'en soumettant à l'analyse le corps qui prend naissance à la suite de cette altération on serait conduit à l'explication du phénomène.

» Lorsqu'on expose à l'action de l'air le sulfure de nickel noir récemment précipité, bien lavé à l'eau chaude et ne renfermant ni excès de sel de nickel soluble, ni excès de sulfhydrate, on remarque que celui qui est en couches peu épaisses et légèrement humide s'oxyde rapidement, tandis que celui qui est en grande masse résiste beaucoup plus longtemps à toute altération. Ces premières observations faites, j'ai été conduit à suivre deux sortes d'opérations. D'une part, j'ai analysé les produits de décomposition auxquels donne lieu le sulfure de nickel humide, étalé en couches minces sur un filtre en papier qui perd, petit à petit, son humidité et devient tout à fait sec. Dans ce cas, la couleur noire finit par disparaître en entier, quelquefois au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures déjà, pour une masse de $2^{gr}$ à $3^{gr}$, et l'on obtient une matière vert-pomme qui n'est pas homogène.

» Pour en établir la constitution, je détache du filtre la masse sèche qui est verte et je la soumets à l'ébullition avec l'eau un certain nombre de fois, jusqu'à ce qu'il ne se dissolve plus rien; le papier est soumis au même traitement. La matière insoluble est reprise par l'acide chlorhydrique

étendu qui fournit une solution verte, dans laquelle je dose l'oxyde de nickel et l'acide sulfurique; il reste toujours un résidu de soufre insoluble dans l'acide. L'analyse fait voir que la solution chlorhydrique renferme du sous-sulfate de nickel $NiSO^4 + 6NiO$, dont la constitution a été établie par M. Fremy et qu'ont décrit aussi Tupputi, Berzelius et Habermann. Ce sous-sulfate est toujours accompagné d'un peu d'acide carbonique qu'il emprunte à l'air. La liqueur aqueuse, convenablement rapprochée, devient de plus en plus verte; évaporée à siccité, elle fournit une masse non homogène qui, traitée par l'eau, donne du sulfate de nickel et quelques centièmes de sulfure de nickel. La proportion dans laquelle se trouvent ces composés dans le mélange n'est pas toujours la même; toutefois, il est un fait général que j'ai observé. Il y a principalement du sous-sulfate, moins de sel neutre, peu de soufre libre, très peu de sulfure de nickel et d'acide carbonique. Je n'ai jamais constaté la formation de produits volatils du soufre, pas plus que celle d'acide hyposulfureux, et, dans mes analyses, constamment aussi les quantités de nickel et de soufre trouvées sous les différents états se sont maintenues dans une proportion équimoléculaire, ainsi que l'exige la formule du sulfure.

» Dans le second mode opératoire, j'ai obtenu des résultats différents : si l'on abandonne le sulfure sous une couche de plusieurs centimètres d'eau à l'action de l'air, l'oxydation est plus lente, mais complète aussi. J'ai laissé la réaction se continuer pendant plusieurs mois et il m'est même arrivé de prolonger l'expérience au delà d'une année. En soumettant de la façon indiquée plus haut les produits à l'analyse, j'ai obtenu les résultats suivants : le corps insoluble diminue en proportion sensible, le liquide verdit de plus en plus et renferme une quantité de plus en plus grande de sulfate neutre, tenant un peu de sulfure en dissolution. Le sous-sulfate aussi se détruit à la longue, en cédant à l'eau du sel neutre, et ne renferme finalement que 3 à 5 pour 100 d'acide sulfurique au lieu de 15,23 pour 100 qu'exige la théorie. De plus, il absorbe une plus grande quantité d'acide carbonique.

» L'oxyde de nickel retient avec persistance de l'acide sulfurique; je n'ai jamais pu l'en débarrasser complètement, quelle qu'ait été la durée de l'expérience. Je me suis assuré, du reste, par un essai direct, que de l'oxyde de nickel et de l'acide sulfurique, mélangés dans la proportion de 7 molécules du premier pour 1 du second, fournissent du sulfate neutre, mais que l'oxyde de nickel retient quelques centièmes d'acide sulfurique.

» J'ai cherché l'explication de la dissolution du sulfure de nickel par le sulfate neutre. En chauffant une dissolution de sel neutre avec du sulfure

de nickel, celui-ci ne s'est pas dissous; mais, en ajoutant de la fleur de soufre, j'ai pu constater la dissolution d'une quantité sensible de sulfure.

» Il résulte de mes expériences que l'oxygène de l'air ne peut oxyder le soufre en totalité et laisse une quantité minime de sulfure de nickel inattaqué, qui entre en combinaison assez stable avec le sulfate neutre. Il y a là des faits d'équilibre chimique que je suis occupé à étudier aussi pour d'autres métaux voisins du nickel. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le phosphure cuivreux cristallisé.* Note de M. A. **Granger**, présentée par M. Troost.

« On sait depuis longtemps qu'un bâton de phosphore blanc, plongé dans une solution de sulfate de cuivre, se recouvre d'un enduit gris à l'aspect métallique. M. Sidot a constaté que ce produit, que l'on croyait être du phosphure de cuivre, était un mélange de phosphure de cuivre et de cuivre métallique.

» On peut arriver à préparer le phosphure cuivreux en faisant agir le phosphore sur un sel cuivrique et voici le procédé auquel je me suis arrêté.

» J'ai constaté que le phosphore rouge, au sein d'une solution ammoniacale de phosphite de cuivre, se recouvre d'une couche de phosphure de cuivre. La transformation n'est pas complète, même en élevant la température jusqu'à 100°; l'analyse montre, en effet, que le produit ainsi obtenu n'est autre que du phosphore rouge recouvert d'une pellicule de phosphure. En chauffant à 130°, en tubes scellés du phosphore rouge avec de l'eau et un grand excès de phosphite de cuivre, on trouve, après quatre heures de chauffe, une poudre grise cristalline qui constitue le phosphure cuivreux. On la lave rapidement avec de l'eau ammoniacale, puis de l'eau ordinaire et l'on sèche dans le vide. Si l'on n'a pas dépassé la température de 130°, le produit est exempt de cuivre métallique.

» Le phosphure cuivreux a pour formule $Cu^2P^2$ (1). Ce corps, dont l'aspect rappelle la plombagine, est attaqué à froid par le chlore et le brome. L'acide azotique étendu le dissout facilement. Mélangé avec des oxydants tels que l'azotate ou le chlorate de potasse, il détone sous le choc. Chauffé au contact de l'air, il s'oxyde et se transforme en phosphate de cuivre. La chaleur le décompose et, au rouge, il donne les mêmes pro-

(1) L'analyse donne Cu : 67,16, 66,98. P : 31,80. La théorie indique Cu : 67,16. P : 32,83.

duits de décomposition que le phosphure cuivrique que j'ai signalé dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1041).

» Le phosphure cuivreux est légèrement soluble dans l'acide chlorhydrique; sa solution donne avec la potasse un précipité d'oxydule de cuivre; sursaturée par l'ammoniaque et traitée par l'azotate d'argent ammoniacal, elle laisse déposer de l'argent métallique.

» Le phosphore rouge réagit sur d'autres phosphites métalliques; nous donnerons ultérieurement les résultats obtenus en étudiant cette réaction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le sous-gallate de bismuth* (*dermatol*). Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le sous-gallate de bismuth, plus connu sous le nom de *dermatol*, a été obtenu et décrit pour la première fois par M. B. Fischer [1].

» D'après cet auteur, il se présente sous la forme d'une poudre jaune, amorphe, à laquelle il attribue la formule

$$C^6H^2\begin{cases}OH\\OH\\OH\\CO^2Bi\begin{cases}OH\\OH\end{cases}\end{cases}$$

faisant ainsi du sous-gallate un sel correspondant au salicylate basique de bismuth.

» Nous avons préparé à plusieurs reprises du sous-gallate par le procédé de M. Fischer, et dans tous les cas le produit était amorphe, très difficile à purifier et partant à analyser.

» Aussi, avant d'établir la composition du dermatol, nous avons dû chercher un procédé donnant un produit cristallisé. Ce but, nous l'avons atteint en opérant comme il suit :

» On dissout 200gr de sous-nitrate de bismuth dans l'acide nitrique, on ajoute 500cc de solution saturée de nitrate de potasse, et l'on neutralise l'acide libre avec du sous-nitrate de bismuth; la solution neutre est additionnée de 100cc d'acide acétique. D'autre part, on dissout à l'ébullition 125gr d'acide gallique dans la plus petite quantité d'eau possible pour que le mélange des solutions de nitrate de bismuth et d'acide gallique ne donne lieu à aucun dépôt, et l'on introduit enfin rapidement quinze à vingt fois son volume d'eau. Tout d'abord aucun précipité ne se forme, mais, après quelques minutes, un trouble apparaît, suivi bientôt d'une abondante cristallisation. Le sel est lavé à l'eau froide, puis à l'eau bouillante jusqu'à purification complète et desséché à l'air.

---

(1) *Pharmaceutical Zeitung*; 1891.

» Le sous-gallate de bismuth est en petits cristaux de couleur jaune citron, insolubles dans l'eau, solubles dans les acides minéraux énergiques, très peu sensibles à l'action de l'air et de la lumière.

» Desséché à 100°, il perd environ 9 pour 100 d'eau, ce qui correspond à un hydrate à 2 molécules d'eau de cristallisation. A l'analyse, il donne les chiffres moyens suivants qui s'accordent avec ceux de la formule

$$C^7H^3O^5Bi.2H^2O.$$

| | Trouvé. | Calculé pour la formule $C^7H^7O^7Bi$. |
|---|---|---|
| C | 19,76 | 20,339 |
| H | 1,80 | 1,694 |
| O | 27,24 | 27,02 |
| Bi | 51,20 | 50,84 |

» *Constitution.* — Étant donnée la constitution de l'acide gallique, il était à supposer que, dans le sous-gallate, la fonction acide et une partie des fonctions phénoliques contribuent à la formation du sel. S'il en est ainsi, le pyrogallol, qui ne diffère de l'acide gallique que par les éléments de l'acide carbonique, doit donner une combinaison bismuthique. Le pyrogallate de bismuth $C^6H^3O^3Bi$ s'obtient très facilement en faisant agir une solution acétique d'oxyde de bismuth sur une solution également acétique de pyrogallol, ou bien en procédant comme je l'ai dit plus haut, mais en remplaçant l'acide gallique par l'acide pyrogallique.

» Dans l'un et l'autre cas, on obtient un précipité jaune de pyrogallate de bismuth composé de petits cristaux possédant les mêmes propriétés que le sous-gallate de bismuth, et sur lequel nous reviendrons plus tard. Lavé et desséché, il donne à l'analyse les chiffres moyens suivants :

| | Trouvé. | Calculé pour la formule $C^6H^3O^3Bi$. |
|---|---|---|
| C | 20,29 | 21,62 |
| | 1,00 | 0,90 |
| O | 15,71 | 14,14 |
| Bi | 63,00 | 63,63 |

» En second lieu, si la combinaison des fonctions phénoliques entraîne la coloration jaune, comme il semble résulter de ce qui précède, l'acide triacétylgallique $C^6H^2\begin{cases} O\text{-}C^2H^3O \\ O\text{-}C^2H^3O \\ O\text{-}C^2H^3O \\ CO^2H \end{cases}$, dont les fonctions phénoliques sont

éthérifiées, doit donner un sel blanc. En effet, l'acide triacétylgallique dissous dans l'acide acétique donne, avec une solution acétique d'oxyde de bismuth, un précipité blanc de triacétylgallate de bismuth

$$C^6H^2 \begin{cases} O-C^2H^3O \\ O-C^2H^3O \\ O-C^2H^3O \\ CO^2-Bi(O^2H^2). \end{cases}$$

» Le même sel s'obtient plus facilement à l'état anhydre en partant du sous-gallate de bismuth. On dissout ce dernier dans quatre ou cinq fois son poids d'anhydride acétique ; après refroidissement, il se sépare des cristaux incolores qui, lavés à l'éther sec, donnent à l'analyse les chiffres suivants :

| | Trouvé. | Calculé pour la formule $C^7H^3(C^2H^3O^2)^3O^2BiO$. |
|---|---|---|
| C | 29,15 | 29,88 |
| H | 2,60 | 2,36 |
| O | 29,25 | 27,70 |
| Bi | 39,00 | 40,21 |

» Enfin, comme dernière preuve de l'influence des fonctions phénoliques sur la constitution du sous-gallate de bismuth, nous ajouterons que nous avons préparé un gallate double de bismuth et de magnésium, en saturant l'acide gallique par le carbonate de magnésie et précipitant ensuite par une solution acétique de bismuth. On obtient un précipité jaune cristallisé beaucoup moins stable que le sous-gallate, verdissant à l'air et à la lumière ; à l'analyse il a donné :

| | Trouvé. | Calculé pour la formule $C^7H^3MgBiO^5$. |
|---|---|---|
| Mg | 2,75 | 3,19 |
| Bi | 55,10 | 55,85 |

» Des recherches précédentes, il résulte que le sous-gallate appelé *dermatol* est un sel éther. L'oxyde de bismuth s'y trouve combiné avec la fonction acide et les fonctions phénoliques de l'acide gallique, et c'est à cette circonstance qu'il doit sa coloration jaune citron ; la seule formule possible est dès lors, en tenant compte de la constitution de l'oxyde de bismuth et de celle de l'acide gallique :

$$C^6H^2 \begin{cases} OH \\ O \\ O \\ CO^2 \end{cases} \!\!\! \left. \begin{matrix} \\ \\ \\ \end{matrix} \right\rangle Bi.2H^2O. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la condensation des alcools de la série grasse avec les carbures aromatiques.* Note de MM. A. **Brochet** et P. **le Boulenger**, présentée par M. Schützenberger.

« Si l'on considère la série des carbures aromatiques, on voit que le benzène, matière première très abondante formant la base d'un grand nombre d'industries, se produit dans la plupart des réactions pyrogénées; le toluène est encore assez commun; le xylène commercial, formé du mélange des trois isomères, ne se trouve déjà plus qu'en assez faible quantité; quant aux composés provenant des substitutions du groupe éthyle à l'hydrogène du noyau benzénique, ils ne se forment que rarement dans les pyrogénations et les quantités obtenues sont tellement faibles que leur séparation est à rejeter dans la pratique.

» Ayant eu besoin d'une certaine quantité d'éthylbenzène pur, il nous a fallu rechercher d'autres sources; les méthodes synthétiques généralement employées sont longues et coûteuses; nous avons pensé pouvoir l'obtenir plus avantageusement par le procédé ayant servi à l'un de nous à préparer un hexylbenzène, par l'action du carbure éthylénique sur le benzène en présence d'acide sulfurique (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 115). Malheureusement le procédé indiqué ne peut être employé de la même façon avec l'éthylène, à cause de la faible solubilité de ce gaz dans le benzène; en le faisant arriver dans un flacon contenant à la fois le carbure aromatique et l'acide, nous pensions que la combinaison aurait dû se faire à la surface de séparation; mais nous n'avons pu constater aucun échauffement et après plusieurs heures il n'y avait pas d'éthylbenzène formé. Les essais ont été aussi infructueux en faisant tomber soit l'acide sulfurique dans un mélange d'alcool et de benzène à l'ébullition, soit le benzène dans un appareil à éthylène fonctionnant régulièrement.

» Une tentative effectuée en tubes scellés a donné de meilleurs résultats; nous avons chauffé à 175°-200° 2 parties d'acide sulfurique concentré avec 1 partie d'alcool et une demi-partie de benzène cristallisable, le mélange sulféthylique ayant été fait d'avance et dans les conditions indiquées pour obtenir les meilleurs rendements en éthylène. Rien ne se produit avant 170°, mais, si l'on fait durer l'opération trois ou quatre heures en chauffant au-dessus de cette température, les matières en présence réagissent les unes sur les autres : il se forme de l'anhydride sulfureux et du charbon comme dans la préparation de l'éthylène. Le produit brut des tubes est distillé à la vapeur d'eau qui entraîne les hydrocarbures; on dé-

cante la partie supérieure que l'on sépare en trois parties par distillation : $x$-100, 100-150, 150-$x$. La portion $x$-100° est formée de benzène inaltéré; après plusieurs tours de fonctionnement, la seconde bout à 137°, point indiqué pour le monoéthylbenzène; enfin la dernière cristallise par refroidissement en longues aiguilles fusibles à 123°, lesquelles ont donné à l'analyse : C = 87,5, H = 12,4.

» Ces nombres correspondent à l'hexéthylbenzène

$$C^6(C^2H^5)^6 \qquad (C = 87{,}8,\ H = 12{,}2).$$

» Ces dérivés mono et hexa sont les seuls obtenus dans la réaction; on peut donc les avoir rapidement très purs en raison de l'écart de leurs propriétés physiques.

» Nous avons essayé cette réaction avec d'autres alcools; le propylique normal, chauffé dans les mêmes conditions, donne également les dérivés mono et hexa, très faciles également à séparer. Le dernier, excessivement soluble dans l'éther et le benzène, l'est moins dans l'alcool ordinaire; il cristallise de sa solution dans l'alcool bouillant en fines aiguilles atteignant plusieurs centimètres de long, fusibles à 118°; ce corps se sublime très facilement dans les environs de son point de fusion; il a donné à l'analyse

$$C = 87{,}1, \qquad H = 13{,}0.$$

» Théorie pour $C^6(C^3H^7)^6$ :

$$C = 87{,}3, \qquad H = 12{,}7.$$

» L'alcool propylique donne également, à côté de ces deux produits, une série de liquides bouillant entre 210° et 240°, formés probablement de di et de tripropylbenzènes que nous n'avons pu encore séparer, en raison des faibles quantités obtenues.

» L'alcool isobutylique nous a donné un butylbenzène bouillant à 167°-168° et un dibutylbenzène à 230°-240°. La réaction paraît se faire à température plus basse que pour l'alcool ordinaire; il ne se forme pas de produit cristallisé.

» Quant au rendement, l'alcool propylique donne les meilleurs résultats : avec 100$^{gr}$ de ce produit, on obtient 50$^{gr}$ du mélange des hydrocarbures; l'éthylique et l'isobutylique en donnent moins, et le méthylique rien.

» L'opération ne peut, malheureusement, être faite en autoclave, l'appareil étant attaqué par l'acide sulfureux formé; dans un essai que nous avons fait en plaçant les liquides dans un vase en verre de Bohême, la pression à 200° était de 20$^{atm}$.

» Nous ne sommes pas entièrement fixés sur le mécanisme de la réaction; dans le cas de l'hexène sur le benzène en présence d'acide sulfurique, il se forme de l'acide sulfhexylique, lequel réagit sur le carbure aromatique pour donner de l'hexylbenzène et de l'acide benzènesulfonique

$$SO^2\langle{}^{OC^6H^{13}}_{OH} + 2C^6H^6 = C^6H^5.SO^3H + C^6H^5.C^6H^{13} + H^2O,$$

équation que l'on ne peut mettre en doute, l'acide benzènesulfonique ayant été caractérisé par l'analyse de son sel de calcium (Ca = 10,9; théorie, 11,3) et la formation du phénol par fusion avec les alcalis, ce sulfuresulfoné ne pouvant, d'ailleurs, provenir de l'action directe de l'acide sulfurique sur le benzène, la température ne dépassant pas 40° ou 50°.

» Les premiers termes de la série $C^nH^{2n+1}SO^4H$ ne réagissent pas à froid sur le benzène; on ne peut essayer leur action à chaud, ces produits n'étant pas connus suffisamment purs; les acides sulfonés de la série aromatique ne réagissent ni à froid, ni à chaud sur les alcools, ainsi que nous l'avons constaté en chauffant à 190° pendant plusieurs heures un mélange d'alcool et d'acide paratoluènesulfonique purifié par plusieurs cristallisations dans l'eau et essorages à la trompe.

» Si le sulfoné renferme une trace d'acide sulfurique, on perçoit nettement, à la fin de l'opération, l'odeur de l'oxyde d'éthyle; si la quantité d'acide est un peu plus considérable, il se forme de l'anhydride sulfureux et le carbure correspondant.

» Il est évident qu'en présence de l'excès d'acide sulfurique il se forme d'une part le sulfoné aromatique, d'autre part le sulfoconjugué de la série grasse

$$SO^2\langle{}^{OH}_{C^6H^5} \qquad SO^2\langle{}^{OH}_{OC^2H^5};$$

on peut donc admettre que ces produits réagissent l'un sur l'autre au moment où l'un d'eux se décompose; l'acide sulfovinique, par exemple, dans le cas de l'alcool ordinaire. La température de 175° nécessaire à la réaction semble vérifier cette manière de voir, cette température étant précisément celle de formation de l'éthylène.

» L'hypothèse d'une déshydratation simple entre le carbure et l'alcool, d'après l'équation

$$C^6H^6 + ROH = C^6H^5R + H^2O,$$

nous semble peu admissible dans le cas présent; mais la réaction sera plus facile à expliquer lorsque nous saurons exactement pour les alcools

propylique et isobutylique si les produits obtenus appartiennent à la série normale ou à la série iso; étude que nous poursuivons actuellement (¹). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les effets de la destruction lente du pancréas*. Note de M. **E. Hédon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Note, j'ai indiqué que la destruction complète du pancréas chez le lapin au moyen d'une injection d'huile dans le canal de Wirsung, selon la méthode de Cl. Bernard, produit les symptômes du diabète et en particulier une très forte glycosurie. Cette glycosurie toutefois ne se montrait que si les animaux recevaient des aliments féculents dans leur alimentation et, par conséquent, était l'indice d'un trouble dans l'utilisation des hydrates de carbone par l'organisme. D'après ces faits, la destruction du pancréas du lapin ne provoque donc qu'un diabète à forme légère, une glycosurie alimentaire, bien différente du diabète grave qui résulte de l'extirpation totale du pancréas chez le chien.

» Nous avons répété un grand nombre de fois l'expérience avec le même résultat. Cependant quelques cas négatifs se sont produits; mais, dans ces expériences, le pancréas n'avait pas été entièrement détruit. La ligature simple du canal de Wirsung, pratiquée avant nous par Paulow, Arnozan et Vaillard, n'est pas suivie de glycosurie; or, à l'autopsie des animaux ainsi opérés, nous avons constamment retrouvé des restes de la glande. Par contre, l'injection de l'huile dans le canal excréteur ($2^{cc}$ à $3^{cc}$) provoque le plus souvent la disparition complète de la glande. L'examen microscopique ne peut laisser aucun doute sur ce point.

» L'analyse du sang des animaux, pris en pleine glycosurie, a décelé une très forte hyperglycémie.

» Pour compléter cette Note, il me reste à indiquer ce que deviennent les lapins privés de leur pancréas. Le diabète est transitoire. La glycosurie cesse pour ne plus reparaître, au bout d'un certain laps de temps, variable suivant les animaux. La polyurie disparaît avec la glycosurie. Les animaux ne présentent plus alors rien de particulier; ils engraissent, augmentent notablement de poids et se comportent en tout comme des animaux sains. A l'autopsie, on trouve cependant que le pancréas est complètement détruit.

(¹) Travail fait à l'École de Physique et Chimie, laboratoire d'Études et de Recherches.

» Un lapin du poids de 2390gr est opéré le 27 janvier 1893 de l'injection d'huile dans le canal de Wirsung et est nourri de choux et d'avoine pendant toute la durée de l'observation.

» Le 20 février, la glycosurie apparaît et se maintient à un taux très élevé, jusqu'à 9 pour 100. Elle dure jusqu'au 4 mai. Dans les derniers jours, le sucre manque par intervalles dans l'urine. Pendant cette longue période, la quantité de sucre excrété est de 340gr.

» Du 4 mai au 11 juillet, l'animal ne présente plus la moindre glycosurie. L'ingestion de 20gr de glycose dans l'estomac ne fait apparaître dans l'urine que des traces insignifiantes de sucre. L'animal est gras et bien portant. Pèse 2700gr.

» Le 11 juillet, on pratique la piqûre diabétique du plancher du quatrième ventricule. Au bout de quelques heures, la glycosurie atteint un chiffre assez élevé : 1,7 pour 100.

» A l'autopsie de l'animal, on ne retrouve plus le pancréas.

» On voit donc par cette expérience de longue durée : 1° que la survie est possible chez le lapin, malgré la destruction complète du pancréas; 2° que la glycosurie est transitoire et que, lorsqu'elle a cessé, on ne la voit plus reparaître, que, en un mot, les animaux guérissent de leur diabète; 3° que chez le lapin privé de pancréas et redevenu normal, la piqûre classique du bulbe fait apparaître la glycosurie.

» Il s'est produit, dans le cours de nos expériences, certains autres faits qui montrent le peu de gravité de la glycosurie provoquée par la destruction du pancréas. Si, lorsque la glycosurie avait atteint sa pleine intensité, on supprimait les féculents de l'alimentation, la glycosurie cessait; mais, si immédiatement après on donnait de nouveau de l'avoine à l'animal, la glycosurie ne reparaissait pas toujours. Pour d'autres animaux, la glycosurie était très instable, et l'on observait sa disparition et sa réapparition spontanées en analysant les différentes portions d'urine émises dans le courant des vingt-quatre heures.

» D'après ces expériences, il semble que le pancréas du lapin n'ait pas l'importance fonctionnelle du pancréas de certains autres animaux, du chien par exemple. Mais, cette proposition n'étant basée que sur la comparaison des effets produits par la destruction lente du pancréas, d'une part, et par l'ablation chirurgicale de cette glande d'autre part, c'est-à-dire sur les résultats de deux méthodes absolument dissemblables, il pourrait rester encore des doutes sur sa justesse. En effet, Schiff aurait pu détruire complètement (?) le pancréas du chien par une injection de paraffine fondue dans le canal de Wirsung, et il n'en serait résulté aucun phénomène morbide (résultats négatifs contraires aux expériences de Cl. Bernard, en ce qui concerne, du moins, les troubles digestifs). La déduction logique de

ce fait serait que la destruction lente du pancréas n'a pas les mêmes effets que sa suppression brusque par l'ablation chirurgicale. Pour nous qui n'avons pas encore obtenu cette destruction rigoureusement totale du pancréas chez le chien par la méthode de Schiff et qui savons, d'autre part, que l'ablation incomplète du pancréas n'est pas suivie de glycosurie, nous réservons notre opinion et nous ne saurions affirmer que les phénomènes que nous avons observés chez le lapin puissent être généralisés pour d'autres espèces. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'interférence des excitations dans le nerf*. Note de M. **N. Wedensky**, présentée par M. Chauveau.

« On a soulevé plusieurs fois, en Physiologie, la question de l'interférence des excitations, surtout dans le but d'expliquer les phénomènes d'inhibition; mais on n'a émis, généralement, à ce sujet que des réflexions théoriques n'ayant pas de base dans les données expérimentales directes, tant qu'il s'agissait des appareils physiologiques complexes; et lorsqu'on tentait des recherches sur un appareil quelconque simple, par exemple sur le nerf, les expérimentateurs se heurtaient aux actions électrotoniques des courants irritants ou ne trouvaient point du tout les phénomènes en question. On peut facilement s'en convaincre en comparant les deux articles de M. Gruenhagen dans les *Archives de Pflüger* (t. 34 et 36).

» Les raisonnements récents de M. Kaiser sur l'interférence (*Zeitsch. für Biologie*, p. 417; 1892), raisonnements bien étranges et dont je me réserve de faire autre part l'analyse, m'ont engagé à tenter des recherches directes sur le nerf. Le téléphone présente un excellent appareil pour de pareilles études. En effet, tous les physiologistes auxquels j'ai eu l'occasion (notamment pendant le dernier Congrès, à Liège, en 1892) de faire la démonstration téléphonique des courants d'action du nerf ont pu se convaincre que cet appareil physique exprime bien sensiblement ces oscillations électriques nerveuses. Aussi les services d'un indicateur pareil sont surtout précieux quand le nerf est soumis à l'action de deux irritations simultanées.

» Une circonstance pourrait mettre obstacle aux expériences proposées : le téléphone accuse une grande sensibilité aux actions unipolaires du courant induit, sensibilité qui apparaît surtout quand on applique au nerf des courants de deux appareils d'induction; j'ai déjà signalé ce fait dans mes expériences publiées en 1884. Maintenant j'ai écarté cet obstacle, en isolant bien les deux appareils d'induction l'un de

l'autre et en rapprochant autant que possible (jusqu'à $1^{mm},5$) l'un de l'autre les deux fils de platine dont est formée chaque paire de mes deux électrodes excitantes. En même temps l'écartement des deux paires (A et B) l'une de l'autre, ainsi que l'écartement de celles-ci des électrodes (T), qui dévient les ondes d'excitation au téléphone, n'ont pas été moindres que $12^{mm}$-$15^{mm}$.

» Les indications du téléphone étant indépendantes du courant de repos du nerf, il était possible de disposer les électrodes de deux façons : la première disposition assigne aux électrodes A et B une moitié du nerf, soit la supérieure, tandis qu'elle réserve aux électrodes T une autre partie, soit l'inférieure; la seconde disposition rapporte les électrodes A et B aux extrémités opposées du nerf, tandis que les électrodes T relient le téléphone avec le milieu du nerf. Dans la première disposition les ondes d'excitation arrivent au téléphone après qu'elles ont subi complètement leur action réciproque les unes sur les autres et, outre cela, après que les ondes nées en A ont encore éprouvé une altération sous l'influence des courants qui excitent la partie B. Dans la seconde disposition cette dernière altération est réservée pour les ondes d'excitation et le téléphone les saisit à la place même de leur rencontre.

» Ma préparation consistait toujours en quatre nerfs de grenouille formant un paquet dans lequel les nerfs se collaient avec les bouts homonymes dans la première disposition, avec les bouts hétérogènes dans la seconde. Je n'ai employé jusqu'à présent que les courants induits tétanisants, ayant des raisons de croire que le fait même de l'interférence peut être constaté plus facilement en employant cette irritation que des chocs électriques isolés. On commençait toujours l'expérience en déterminant le seuil d'irritation pour A aussi bien que pour B. Ensuite on étudiait comment le son téléphonique se modifie, quand on augmente l'intensité de l'un ou de l'autre irritant employé et quelles modifications éprouve le son provoqué par un irritant quand on y ajoute l'autre et *vice versa*. Le nerf étant infatigable accorde, pour de pareilles comparaisons, tout le loisir désiré et tous les avantages de la stabilité des phénomènes. Vers la fin de l'expérience on tuait le nerf avec l'ammoniaque; les courants d'action disparaissent tout de suite, en abandonnant le champ libre à des manifestations physiques de l'irritant. Or, ces dernières ne s'accusent, sur le nerf tué, que si les courants appliqués ont une intensité très exagérée.

» Les phénomènes physiologiques observés sont très variables selon l'intensité et la fréquence de deux irritations combinées. Mais voici qui est caractéristique pour les expériences de ce genre. *Aussitôt que les deux irritants commencent à agir sur le nerf simultanément, les sons nerveux correspondant à tous les deux faiblissent d'une façon tout à fait prononcée et en même temps des bruits différents, très variables, d'après les conditions expérimentales, et toujours faibles se manifestent au téléphone.* Si l'on entend encore, à côté de ces derniers, les sons primitifs affaiblis, ceux-ci accusent toujours des variations rythmiques en leur intensité (battements). On observe tout cela, sous une forme bien expressive, par exemple, dans les conditions suivantes : Soit la disposition première; en B agissent 100 irritations par seconde et en A agissent 500 irritations par seconde. Le son nerveux produit par cette grande fréquence est toujours faible quelle que soit l'intensité des courants; au contraire le son produit par 100 irritations d'une intensité modérée est déjà assez fort. C'est pourquoi, si tout en écoutant le son B on y ajoute instantanément le son A, on est surpris

par l'affaiblissement du son, les bruits résultant de cette combinaison n'étant jamais bien expressifs. Quand on tue le nerf avec l'ammoniaque et qu'on lui applique des courants extrêmement forts, on ne perçoit rien de pareil dans les manifestations physiques. J'ai démontré ce fait à des physiciens de l'Université de Saint-Pétersbourg.

» Il est toujours possible de supposer l'origine électrotonique des phénomènes en question. Contre cette supposition, parlent non seulement les conditions des expériences, mais aussi le caractère général des phénomènes mêmes. Enfin, la direction des courants irritants, ainsi que l'égalité ou l'inégalité des chocs d'ouverture et de fermeture n'exercent aucune influence sur les phénomènes observés.

» L'interprétation des phénomènes étant bien délicate, j'ai installé aussi des expériences parallèles avec le galvanomètre, en étudiant la variation négative du nerf. Les indications de cet instrument sont tout à fait contraires aux indications du téléphone. La combinaison des deux irritations produit toujours une variation négative *renforcée, jamais affaiblie,* résultat qui a été déjà constaté avant moi.

» Pour nous, cette confrontation des deux indicateurs est des plus instructives : elle montre que les ondes d'excitation provenant de la combinaison de deux irritations tétaniques prennent un rythme bien irrégulier en devenant en même temps nombreuses. Le téléphone (et notre oreille) ne saisissant des oscillations pareilles que d'une manière très imparfaite, le galvanomètre additionne des chocs irréguliers de son mieux. En effet, une semblable divergence en l'aptitude du téléphone et du galvanomètre à exprimer les processus électriques du nerf actif peut être aussi reproduite à l'aide d'une seule irritation conformément variée; de plus, elle se réalise de soi-même pendant les expériences très prolongées quand le nerf, sur le point de mourir, ne produit plus dans le téléphone que des bruits à peine perceptibles, au lieu du son musical net, tandis que le même nerf retient encore, pour un temps, le pouvoir d'agir bien sur le galvanomètre.

» Quant au muscle, il fallait s'attendre que cet indicateur réagît de façon double, c'est-à-dire tantôt en renforçant son activité, tantôt en l'affaiblissant à la suite de l'addition d'une irritation à l'autre. Dans mes recherches précédentes, une formule générale a été donnée pour des cas pareils (*Archiv. de Physiol.*, p. 694, 1891; p. 55, 1892). En effet, la fréquence, de même que l'intensité des courants induits à succession rapide, ne peut être augmentée avantageusement pour la contractilité du muscle que jusqu'à une certaine limite (*optimum*); celle-ci dépassée, la contraction diminue et s'approche de zéro, quand la fréquence et l'intensité deviennent bien grandes (*pessimum*). Or, en faisant agir simultanément, avec une irritation, encore une autre, on pourrait rapprocher l'effet musculaire de celui de l'*optimum* ou, au contraire, de celui du *pessimum*. Autant que les données téléphoniques et galvanométriques nous instruisent sur la nature de l'excitation combinée, elles permettent de faire des conjectures déterminées pour les manifestations musculaires. Ce qui a été vérifié réellement par mes nouvelles recherches myographiques

» En résumé, les trois indicateurs du nerf fonctionnant, le téléphone, le galvanomètre et le muscle, tout en parlant chacun son langage, concordent au fond en leurs témoignages, à savoir que la rencontre des ondes d'excitation dans le nerf s'accompagne de leurs actions des unes sur les

autres, d'où ressortissent des excitations ayant un rythme et une intensité tout à fait nouveaux. Il n'y a jamais une extinction complète d'une série d'ondes sous l'action d'une autre série et l'effet général est loin d'être bien exprimé par le mot *interférence*. Tout le caractère des phénomènes en question, aussi bien que quelques phénomènes semblables (*Arch. de Physiol.*, p. 260; 1891) nous font penser avant tout à des facteurs d'ordre physiologique : à la phase réfractaire et à des actions électrotoniques des ondes d'excitation les unes sur les autres, puisque les courants d'action doivent posséder toutes les propriétés des courants réels. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Comparaison entre le membre antérieur et le membre postérieur de quelques Urodèles*. Note de M. **A. Perrin**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Après l'étude myologique des membres postérieurs des Urodèles, que j'ai publiée au mois de janvier 1893, il m'a paru bon de faire un travail analogue sur les membres antérieurs, de façon à pouvoir comparer les membres chez des animaux où les différences doivent être aussi faibles que possible. Au point de vue myologique, de nouvelles recherches étaient nécessaires. Si les muscles de l'épaule et du bras ont été décrits avec soin chez un assez grand nombre d'Urodèles et par beaucoup d'auteurs, il n'en est pas de même pour les muscles de l'avant-bras et de la main, excepté cependant chez le *Cryptobranchus* où Humphry en a fait une étude assez détaillée, bien qu'incomplète sur plusieurs points.

» Mes recherches ont porté sur la *Salamandra maculosa*, le *Siredon pisciformis*, l'*Amblystoma mexicanum* et le *Triton cristatus;* ces dissections m'ont conduit aux résultats suivants :

» Sauf de légères différences, la musculature du membre antérieur est identique dans ces quatre Urodèles; j'avais trouvé un résultat analogue pour le membre postérieur.

» La musculature de l'épaule et du bras diffère beaucoup de celle du bassin et de la cuisse. Au membre antérieur, les muscles qui naissent de l'épaule se fixent à l'humérus, il n'y a qu'une exception : l'extenseur de l'avant-bras a deux têtes scapulaires, mais la plus grande partie de ses fibres a une origine humérale. Au membre postérieur, un grand nombre de muscles vont du bassin à la jambe, et même l'extenseur de la jambe n'a pas de tête fémorale. La musculature de l'avant-bras et de la main, au

contraire, ne diffère de celle de la jambe et du pied que par la présence ou l'absence d'un très petit nombre de muscles.

» Cette similitude de musculature permet de résoudre une question très discutée : au pied des Urodèles à extrémités bien développées il y a cinq orteils; à la main il y a quatre doigts; quel est celui qui a disparu?

» Pour Wiedersheim le premier doigt de la main est un pouce homologue du premier orteil, mais pour Dugès, Rudinger, Humphry et Hoffmann le premier doigt est un index homologue au deuxième orteil, ils admettent donc que le pouce a disparu, sans que j'aie pu trouver chez eux pourquoi ils adoptaient cette manière de voir.

» Les trois premiers doigts de la main, ayant les mêmes muscles que les trois premiers orteils, sont leurs homologues. D'après sa musculature, le quatrième doigt de la main correspondrait aux quatrième et cinquième orteils; le rayon musculaire primitif, et par suite le rayon osseux le plus externe, ne se serait pas dichotomisé à la main.

» Malgré les travaux de M. Sabatier, la théorie de la torsion humérale de Martins est encore généralement admise en France et à l'étranger : rien dans la musculature des Urodèles ne permet de constater un commencement de torsion de l'humérus. Si l'on place les deux membres parallèlement, de façon que leur plan de symétrie soit normal au corps de l'animal, les articulations du coude et du genou étant externes et formant un angle droit, on voit que le fémur et l'humérus ont chacun leur extrémité distale terminée par deux condyles qui, dans cette position, sont l'un antérieur et l'autre postérieur. Au membre postérieur le tibia s'articule avec le condyle antérieur et le fibula avec le condyle postérieur; le plan des deux os de la jambe est donc perpendiculaire au plan de symétrie du fémur. Au membre antérieur, la tête du cubitus est dans l'espace intercondylien ; le radius s'articule avec le condyle antérieur, ici très développé, mais il est reporté du côté du corps, de sorte que le plan des os de l'avant-bras fait un angle d'à peu près 30° avec le plan de symétrie de l'humérus. Le plan des os de l'avant-bras, et celui des os de la jambe ont donc tourné l'un par rapport à l'autre de plus de 60°, c'est ce qui explique pourquoi le fléchisseur de la jambe s'insère au tibia, tandis que le fléchisseur de l'avant-bras qui lui est homologue se fixe à la face externe du cubitus.

» Au membre antérieur il y a un certain nombre d'extenseurs de l'avant-bras et de la main qui s'insérent supérieurement au bord latéral du condyle antérieur (*condylus extensorius* de Rudinger); au membre postérieur les muscles homologues naissent du bord supérieur des deux condyles. Au

membre antérieur, les fléchisseurs antagonistes s'insèrent au bord latéral du condyle postérieur (*condylus flexorius* de Rudinger), tandis qu'au membre postérieur les muscles homologues (dont la plupart font d'ailleurs défaut) naissent du bord inférieur de l'extrémité du fémur. Les plans des muscles ont donc subi un déplacement semblable à celui du plan des os. »

ZOOLOGIE. — *Un entomophage parasite de Vers à soie européens.* Note de MM. E.-L. **Bouvier** et G. **Delacroix**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La mission italienne envoyée à l'intérieur du Japon pour y étudier le Ver à soie nous a fait connaître, en 1869, un insecte entomophage qui cause de grands dégâts dans les magnaneries de cette contrée. Les larves de l'insecte, appelées *oudji* par les Japonais, vivent en très petit nombre à l'intérieur du Ver à soie, dont elles dévorent le tissu adipeux sans s'attaquer d'abord aux organes essentiels; mais, quand le Ver affaibli a filé un mince cocon, elles détruisent ces derniers ou ceux de la chrysalide, et perforent l'enveloppe soyeuse pour aller se transformer en pupe dans le sol. Ce parasite est un Diptère auquel on a donné le nom d'*Udschymia sericaria;* il a été étudié par un savant japonais, M. N. Sasaki, et par divers naturalistes italiens. Plus récemment, M. Wood-Mason a signalé un Tachina entomophage chez les Vers à soie domestiques ou à demi-sauvages des Indes anglaises; cet insecte ressemble beaucoup à celui du Japon, mais il n'aurait pas tout à fait les mêmes habitudes et se transformerait en mouche avant d'abandonner le cocon.

» Les Vers à soie européens ont été jusqu'ici épargnés par ces Diptères parasites, mais les observations que nous venons de faire et que nous poursuivons prouvent qu'on aurait tort d'espérer toujours une parfaite sécurité. Nous avons observé, en effet, un entomophage parasite sur des Vers à soie que nous élevions au laboratoire de M. Prillieux, à l'Institut agronomique, et la mortalité s'est trouvée si grande qu'elle a pu frapper 70 pour 100 du nombre des cocons. Nos observations, qui avaient d'abord un tout autre but, ont été faites sur des Vers à soie dont les graines provenaient de Robiac, dans le département du Gard; vers la fin d'avril, ces œufs furent mis en culture dans la petite serre du laboratoire, et l'on donna régulièrement aux jeunes Vers des feuilles de mûrier. Au moment de la troisième mue, beaucoup devinrent flasques et périrent, frappés

peut-être par le parasite; mais notre attention étant attirée ailleurs, nous ne prîmes pas la précaution d'ouvrir les Vers pour y rechercher les larves entomophages. Les autres Vers ne présentaient rien d'anormal et bientôt préludèrent au travail de la nymphose; plusieurs filèrent des cocons parfaits, mais la plupart ne donnèrent que des cocons minces et un peu difformes; on observait d'ailleurs tous les passages entre ces derniers et les cocons normaux.

» Quand les cocons minces furent achevés, nous en ouvrîmes quelques-uns et nous trouvâmes à l'intérieur du Ver non chrysalidé un petit nombre de larves tout à fait semblables au vulgaire asticot; ce fait nous ayant frappé, nous mîmes tous les cocons en réserve, afin de suivre l'évolution du parasite, et voici les faits que nous avons observés. Les asticots dévorent à peu près complètement le Ver à soie et se transforment en pupe au voisinage de ses débris; on trouve généralement une ou deux de ces pupes dans les cocons, mais il y en a parfois aussi trois ou quatre, et leur nombre peut même s'élever jusqu'à sept; il est très rare d'observer une pupe à côté d'une chrysalide, et nous expliquons cette anomalie en admettant que la larve parasite attaque l'un des deux Vers d'un double cocon. Les pupes se développent assez vite et sont maintenant en pleine éclosion; les mouches qui en sortent restent enfermées à l'intérieur du cocon; elles s'agitent en tous sens dans leur prison, s'arrêtent parfois en certains points, comme pour se frayer un chemin dans la paroi trop épaisse, et finalement meurent au bout d'un jour ou deux. Si l'on met les pupes en liberté, elles donnent naissance à des mouches qui vivent bien plus longtemps.

» D'après la détermination de M. Ch. Brongniart (¹), l'insecte parasite paraît être le *Doria meditabunda* Meigert, diptère très voisin des Tachina. Nous ne croyons pas que cette espèce ait été beaucoup étudiée jusqu'ici; dans tous les cas, nous n'avons trouvé aucune Note relative à son parasitisme dans le Ver à soie. Le *Doria meditabunda* est probablement l'entomophage normal de certaines chenilles sauvages, et c'est par accident qu'il a dû contaminer nos Vers à soie. Dans la serre où ceux-ci étaient renfermés se trouvent en effet d'assez nombreuses chenilles, notamment celles de l'*Acronycta Psi* L., qui renferment presque toutes à leur intérieur des larves entomophages; nous étudions actuellement ces chenilles, et si

---

(¹) Nous sommes heureux de remercier M. Brongniart de son obligeance, et aussi M. Duclaux, bibliothécaire de l'Institut agronomique, qui nous a obligeamment procuré des œufs de Vers à soie.

leur parasite est bien, comme nous le présumons, le même que celui de nos Vers, on pourra conclure presque sûrement que la *Doria meditabunda* est un parasite normal des chenilles d'*Acronycta Psi* et un parasite accidentel du Ver à soie domestique. Mais ce parasitisme accidentel doit donner à réfléchir, car il nous montre, dans les entomophages, ces auxiliaires normaux du cultivateur, des ennemis possibles dont il sera bien difficile de se garder parce qu'ils sont vraisemblablement incapables de choisir l'hôte où s'effectue leur développement. Si le *Doria meditabunda* s'acclimatait dans le Midi, il pourrait devenir pour les éleveurs un fléau d'autant plus redoutable qu'on serait désarmé dans la lutte contre les individus parasites des chenilles sauvages; tout semble prouver d'ailleurs que la larve peut tuer le Ver à soie avant qu'il ait filé son cocon, auquel cas la mouche ne périrait point captive dans ce dernier et, comme celle des chenilles, pondrait librement des œufs pour assurer la continuité de l'espèce [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Nouvelles recherches sur les Coccidies.* Note de M. **P. Thélohan** [2], présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Pendant la période d'accroissement, le protoplasma des Coccidies peut être le siège de différenciations assez complexes et encore peu étudiées. La présente Note a pour but d'exposer quelques observations que j'ai pu faire à ce sujet; ces observations ont porté surtout sur des espèces du genre *Coccidium* et, en particulier, sur deux espèces nouvelles dont je donnerai en terminant une description succincte.

» *Protoplasma des Coccidies.* — On connaît depuis longtemps l'aspect particulier que présentent ces organismes pendant les phases qui précèdent la sporulation, aspect dû à la présence dans le protoplasma de gros granules réfringents. Ces formations n'existent pas dans les individus tout à fait jeunes : elles se montrent cependant d'assez bonne heure et ne disparaissent qu'au moment de la formation des Sporozoïtes [3]; elles sont sans action sur la lumière polarisée.

---

(1) Laboratoire de Pathologie végétale, à l'Institut agronomique.

(2) Travail du laboratoire de M. le professeur Balbiani, au Collège de France.

(3) Thélohan, *Sur deux Coccidies nouvelles parasites de l'Épinoche et de la Sardine* (*Annales de Micrographie*, t. II; 1890).

» Si l'on étudie ces granules chez des Coccidies comprises dans des coupes des organes infestés, on constate que leur aspect varie suivant le mode de fixation employé. Après l'action des liquides de Perenyi ou de Flemming, on les retrouve très bien conservés et n'ayant presque rien perdu de leur réfringence. Dans ces conditions, surtout après le liquide de Flemming, ils manifestent une certaine affinité pour les couleurs d'aniline (safranine, rubine, violet de gentiane). En poussant assez loin la décoloration, on arrive à n'avoir plus qu'un petit point coloré au centre de chaque granule (*fig.* 1) : *Coccidium cristalloïdes, C. variabile, Coccidium* du foie de l'Anchois; dans le *C. gasterostei,* je n'ai pu obtenir qu'une coloration diffuse. Le carmin, l'hématoxyline ne les colorent jamais.

» Après fixation par le sublimé, on constate que ces éléments sont beaucoup moins nets qu'après l'action des réactifs précédents : dans la plupart des individus ils sont devenus peu distincts, et parfois il est impossible de les retrouver : en revanche, on distingue mieux le protoplasma finement granuleux dans lequel ils sont plongés.

» Quant à leur nature, je crois qu'il faut les considérer comme représentant des matières de réserve différenciées au sein du protoplasma : leur absence dans les individus très jeunes, leur disparition au moment de la formation des corps falciformes sont des faits qui me semblent justifier pleinement cette interprétation.

» Dans un travail récent, Mingazzini ([1]) les a désignés sous le nom d'*Endoplasme* (chez la *Cretya neapolitana,* Ming.). Cette dénomination, outre qu'elle est déjà employée dans un sens tout différent à propos d'autres Protozoaires, a le tort de laisser supposer qu'il s'agit d'une partie du corps plasmique des Coccidies, alors qu'en réalité, on se trouve, je crois, en présence de corps de réserve comparables jusqu'à un certain point comme rôle et comme origine, sinon comme constitution, aux grains d'aleurone des cellules végétales.

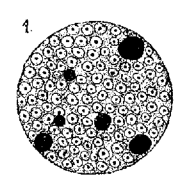
» Outre ces éléments, pour lesquels je propose la désignation de *granules plastiques,* et qui sont absolument constants, on trouve chez certaines espèces des globules beaucoup plus gros, et de nature et d'aspect différents. Ceux-ci, presque invisibles à l'état frais, sont remarquables par l'intensité avec laquelle ils fixent le carmin et les couleurs d'aniline; l'hématoxyline est sans action sur eux. Absolument constants dans le *C. cristal-*

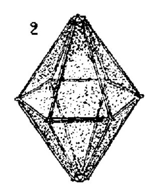
---

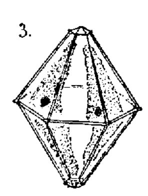
([1]) Mingazzini, *Contributo alla conoscenza degli Sporozoi* (*Ricerche del Laboratorio d'Anatomia normale di Roma,* vol. III, fasc. 1; 1893).

*loïdes,* où j'en ai observé de trois à dix (*fig.* 1; l'individu figuré en contenait six), ils manquent dans le *C. variabile* et dans le *Coccidium* du foie de l'Anchois et ne se montrent qu'accidentellement chez le *C. gasterostei.* Ils sont, je crois, identiques à ceux signalés par Schneider ([1]) dans l'*Eimeria Nepoe* et, par moi-même, dans les Sporozoïtes de la Coccidie de l'Épinoche.

» ESPÈCES NOUVELLES ([2]). 1° *Coccidium cristalloïdes,* nov. sp. — Cette Coccidie est très commune à Roscoff dans l'intestin et les cœcums pyloriques de la *Motella tricirrata* où elle se trouve dans le tissu conjonctif sous-muqueux, surtout au niveau de l'axe des villosités. Le kyste, sphérique, mesure 20$^{\mu}$ à 24$^{\mu}$ de diamètre; son enveloppe est très mince. Le protoplasma, outre les granules plastiques, renferme de gros globules colorables (*fig.* 1). Les quatre spores sont disposées sans ordre dans le kyste : elles








affectent une forme géométrique très-remarquable (*fig.* 2); l'enveloppe est en effet formée de deux pyramides hexagonales accolées par leurs bases et dont le sommet un peu tronqué est surmonté d'une petite pyramide à angle sommet plus ouvert. Cette forme, jointe à leur réfringence, rappelle tout à fait certains cristaux et chaque spore peut être définie comme un dodécaèdre régulier d'hexaèdre à sommets affectés d'un pointement direct à six facettes; il faut seulement remarquer que toutes les arêtes sont ici marquées par une sorte de petit bourrelet saillant. Ces spores renferment chacune deux corps falciformes nucléés (*fig.* 3).

» 2° *Coccidium variabile,* nov. sp. — Vit dans les cellules épithéliales du tube digestif de *Cottus bubalis, Crenilabrus melops, Lepadogaster Gouanii,* etc. Le kyste sphérique mesure environ 15$^{\mu}$ de diamètre; l'enveloppe est très mince; protoplasma contenant des granules plastiques; pas de gros globules colorables. Quatre spores disposées sans ordre, ovoïdes, mesurant 9$^{\mu}$ à 11$^{\mu}$ sur 4$^{\mu}$ à 5$^{\mu}$. A la petite extrémité se trouvent deux petits tubercules réfringents limitant un espace clair dû probablement à un amincissement de l'enveloppe à ce niveau : elles renferment deux corps falciformes nucléés. »

---

([1]) SCHNEIDER, *Coccidies nouvelles ou peu connues* (*Tablettes zoologiques,* t. II, p. 6).

([2]) J'ai rencontré ces parasites chez différents poissons pendant mon séjour au laboratoire de Roscoff en 1892. Je suis heureux de trouver ici l'occasion d'exprimer à M. le professeur de Lacaze-Duthiers mes respectueux remerciements pour la bienveillante hospitalité qu'il avait bien voulu m'accorder.

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques faits qui permettent de rapprocher le système nerveux central des Lamellibranches de celui des Gastéropodes.* Note de M. **Auguste d'Hardiviller**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les caractères classiques qui différencient le système nerveux central d'un Gastéropode de celui d'un Acéphale sont : l'existence d'un connectif pleuro-pédieux et d'un stomato-gastrique chez le premier; l'absence de connectif pleuro-pédieux et de stomato-gastrique chez le second. Ces caractères, qui établissent une ligne de démarcation entre les systèmes nerveux centraux de ces deux classes de Mollusques ne sont pas généraux.

» Chez le *Spondylus Lazardii*, Lamellibranche que M. L. Boutan a rapporté de son voyage dans la mer Rouge et qu'il a eu la bienveillance de me confier, il existe une relation entre le centre viscéral et le centre pédieux.

» Sur ce Spondyle, je retrouve facilement les trois centres nerveux caractéristiques formés de deux ganglions cérébroïdes distincts, de deux ganglions pédieux accolés et de deux ganglions viscéraux formant une masse nerveuse unique. Ces ganglions occupent leur position normale, et le centre cérébroïde est réuni au centre pédieux et au centre viscéral par deux colliers normaux; mais, de la masse nerveuse viscérale, partent un certain nombre de nerfs qui ont un intérêt spécial.

» Il sort en arrière, et de chaque côté, un nerf qui rejoint le bord libre et frangé du manteau, suit ce bord du manteau et aboutit au ganglion cérébroïde; c'est le nerf circumpalléal des Lamellibranches dont les deux lobes du manteau sont largement séparés et munis d'organes sensoriels.

» De la partie latérale sortent trois filets nerveux qui traversent les lobes du manteau et aboutissent au nerf circumpalléal.

» A la partie antérieure et latérale émerge le nerf branchial. Ce nerf présente à sa naissance un renflement ganglionnaire qui est l'organe olfactif des Lamellibranches, signalé pour la première fois par Spengel.

» En avant, et de chaque côté, on trouve un ganglion accolé à cette masse nerveuse viscérale. De ce ganglion sortent deux filets nerveux distincts. Le plus externe de ces filets est le connectif cérébro-viscéral.

» Quant au filet interne, il marche parallèlement au connectif cérébro-viscéral, sans se confondre avec lui, traverse comme ce dernier l'organe

de Bojanus, et, vers le milieu de cet organe, un peu en avant de l'orifice rénal, il cesse de suivre son congénère, se redresse brusquement vers la partie ventrale et aboutit finalement au ganglion pédieux.

» Ce dernier filet nerveux, étant dans tout son parcours distinct du connectif cérébro-viscéral, il en résulte que l'on a de chaque côté du corps deux nerfs partant d'un ganglion accolé au centre viscéral, et allant, l'un au centre cérébroïde, l'autre au centre pédieux.

» Le ganglion adjacent au centre viscéral n'est autre que le ganglion pleural des Gastéropodes et le filet nerveux qui réunit ainsi, et sans intermédiaire, le ganglion pleural au centre pédieux est un véritable connectif; je puis donc lui donner le nom de connectif *pleuro-pédieux de l'acéphale*.

» Le ganglion pleural et le connectif pleuro-pédieux ne sont donc plus caractéristiques des Gastéropodes seulement, puisque je les retrouve chez les Acéphales. Quand ils paraissent ne pas exister chez ces derniers, c'est qu'ils se sont fusionnés avec d'autres parties du système nerveux : le ganglion pleural a remonté le long de la commissure viscérale, est venu se fusionner avec le ganglion cérébroïde; le connectif pleuro-pédieux a subi un déplacement analogue, de sorte qu'on ne trouve plus, chez la majorité des Acéphales, qu'un ganglion cérébro-pleural et un connectif cérébro-pleuro-pédieux. S'il en est ainsi, on doit trouver des Acéphales où le ganglion pleural est situé sur le trajet du connectif cérébro-viscéral. Les exemples connus sont peu nombreux, mais cela tient peut-être à la disposition de certains genres. Cependant, il existe encore actuellement deux genres (*Nucula* et *Solenomya*), signalés par M. Pelseneer, où les ganglions pleuraux sont situés, d'après lui, sur le connectif cérébro-viscéral, tout près des ganglions cérébroïdes.

» Le ganglion pleural et le connectif pleuro-pédieux des Acéphales ne sont pas les seuls faits qui établissent un rapprochement entre le système nerveux central des Lamellibranches et celui des Gastéropodes. En outre, il existe chez les Acéphales un système nerveux spécial, ayant même fonction que le système nerveux stomato-gastrique des Gastéropodes.

» Dans le genre Mactra, les ganglions cérébroïdes sont distincts; ils occupent leur position normale et émettent un certain nombre de nerfs :

» En avant, le nerf palléal antérieur et le nerf du muscle adducteur antérieur. Sur le côté, le nerf labial et le connectif cérébro-viscéral. En arrière, le connectif cérébro-pédieux.

» Enfin, un filet nerveux spécial naît du ganglion cérébroïde droit et se dirige vers la bouche. Ce filet nerveux atteint le pharynx, continue son chemin au-dessus de la masse dorsale du foie, et, au sortir de ce dernier organe, il s'accole à la paroi dorsale de l'intestin et poursuit son chemin jusqu'au ventricule du cœur, qu'il innerve. En passant au-dessus du foie, ce nerf donne un filet nerveux qui se divise en deux branches innervant la partie antérieure du tube digestif.

» Ce filet intestino-cardiaque représente-t-il le système nerveux stomato-gastrique des Gastéropodes ? Physiologiquement il remplit bien ce rôle. Pour qu'anatomiquement il soit équivalent au stomato-gastrique des Gastéropodes, il suffit que les deux ganglions sous-œsophagiens disparaissent et les connectifs allant de ces ganglions aux ganglions cérébroïdes se fusionnent en un seul. Cette hypothèse ne peut être érigée en loi, car, chez la plupart des Lamellibranches, pour innerver le tube digestif, je trouve de chaque côté des nerfs naissant de la commissure cérébro-viscérale. Le cas du genre Mactra est donc une exception et, dans la majorité des cas, les connectifs allant du centre cérébroïde au centre stomato-gastrique, au lieu de s'unir de façon à donner un nerf unique, se sont fusionnés chacun avec le connectif cérébro-viscéral.

» Que la fusion s'opère de cette dernière façon ou suivant la première, il n'en est pas moins vrai qu'il y a chez les Acéphales un système nerveux stomato-gastrique simplifié.

» En résumé, il n'existe pas de différence entre le système nerveux central des Gastéropodes et celui des Lamellibranches : le système nerveux stomato-gastrique, le ganglion pleural et le connectif pleuro-pédieux, qui étaient considérés comme caractéristiques des Gastéropodes, existent aussi bien chez les Acéphales que chez les Gastéropodes. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur le Rhizoctone de la Luzerne.* Note de M. A. **Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« En 1813, A. de Candolle eut l'occasion d'observer, dans les environs de Montpellier, sur des racines de Luzerne (*Medicago sativa* L.) en voie de dépérissement, le mycélium d'un Champignon parasite, auquel il donna le nom de Rhizoctone de la Luzerne (*Rhizoctonia medicaginis* DC.). Depuis cette époque, et surtout dans ces dernières années, la maladie de la Luzerne causée par ce parasite s'est répandue en France et, en particu-

lier, dans le midi et le sud-ouest, au point de devenir un redoutable fléau. L'extension croissante du Rhizoctone pourrait avoir des conséquences spécialement graves pour nos départements méridionaux, où la Luzerne, grâce à ses racines profondes qui lui permettent de résister à la sécheresse, représente une plante fourragère qu'il serait difficile de remplacer.

» En juin ou juillet, on voit çà et là dans les luzernières quelques pieds se dessécher, puis les pieds voisins se fanent et se dessèchent à leur tour; les taches qui résultent de la disparition de ces plantes s'agrandissent chaque année, en même temps que de nouvelles se forment; en deux ou trois ans, de vastes luzernières peuvent ainsi être complètement détruites. Les racines des plantes malades ou mortes sont habituellement recouvertes d'une sorte de feutrage ou d'enduit de couleur lie de vin.

» On ne trouve dans les auteurs que des renseignements incomplets ou même inexacts sur l'appareil végétatif du Rhizoctone de la Luzerne. Le mycélium vit en partie dans l'intérieur de la racine, en partie à sa surface; le mycélium interne absorbe les matières nécessaires à la nutrition du parasite; le mycélium externe sert à sa propagation. Le mycélium interne est formé de filaments cloisonnés, ramifiés, isolés ou réunis en cordons plus ou moins volumineux qui s'insinuent entre les cellules ou plus rarement les traversent en s'appliquant contre leurs parois; il envahit graduellement l'écorce, puis le cylindre central, et, en particulier, le liber et les rayons médullaires. Si l'on examine une racine morte depuis quelque temps déjà, on peut constater que l'écorce est détachée du cylindre central, réduit lui-même à ses faisceaux ligneux facilement isolables, par suite de la disparition des rayons médullaires. Des dépôts brunâtres ou violacés apparaissent souvent dans les tissus attaqués. Le mycélium externe est aussi formé de filaments cloisonnés et ramifiés, mais de couleur lie de vin et d'un diamètre trois ou quatre fois plus grand; ces filaments isolés ou réunis en cordons de diamètre variable produisent, en s'entrecroisant et s'enchevêtrant, une sorte de manchon lie de vin qui, dans les cas habituels, fournit la meilleure caractéristique de la maladie. Au mycélium externe se rattachent des formations intéressantes. Ce sont d'abord des sclérotes appartenant à deux types distincts. Les premiers sont de petits corps noirâtres, appliqués contre la racine, dont le diamètre varie entre $0^{mm},2$ et $1^{mm},2$, et qui sont formés d'une partie corticale brune et d'une partie médullaire incolore. Les seconds sont des corps bruns, de forme irrégulière, arrondis ou allongés, dont les dimensions varient de $1^{mm}$ à plusieurs centimètres, et qui présentent une région corticale brune et une région médullaire lie de vin foncé. Ce sont ensuite des pelotons mycéliens plus ou moins lâches, rappelant par leur forme et leurs dimensions les sclérotes du deuxième type, dont ils représentent comme des ébauches. Les sclérotes et les pelotons mycéliens émettent des filaments ou des cordons mycéliens qui les unissent entre eux, ou qui s'étendent dans le sol autour de la racine en s'y ramifiant; si l'un de ces cordons rencontre une racine saine de Luzerne, le parasite l'envahit aussitôt. On conçoit dès lors comment, le Rhizoctone passant ainsi d'un pied de Luzerne aux voisins et de ceux-ci à d'autres plus éloignés, la maladie peut s'étendre graduellement sur des espaces considérables.

» Divers auteurs et, en particulier, Fuckel ([1]) ont attribué au Rhizoctone de la Luzerne des corps reproducteurs variés sans avoir jamais fourni la preuve de leurs assertions. Des expériences d'inoculation faites avec toutes les précautions nécessaires m'ont permis de constater que ce Champignon présente une forme ascosporée qui doit être identifiée au *Byssothecium circinans* Fuckel, au *Trematosphæria circinans* Wtr., au *Leptosphæria circinans* Sacc. Les asques se développent dans des périthèces de forme arrondie, de $0^{mm},3$ à $0^{mm},7$ de diamètre, s'ouvrant au sommet par un pore; elles sont accompagnées de paraphyses incolores et renferment chacune huit spores brunes ou lie de vin, ovales-allongées, mesurant $25^{\mu}$-$32^{\mu}$ de longueur sur $10^{\mu}$-$12^{\mu}$ de largeur et divisées par trois cloisons transversales en quatre cellules dont deux moyennes plus grandes et plus foncées et deux terminales plus petites et plus claires. Par suite de la gélification des parois des asques et des paraphyses, les spores se trouvent à leur maturité englobées dans une sorte de mucilage. J'ai trouvé des périthèces en tout temps, au moins sur quelques pieds malades ou morts; ils sont, cependant, plus abondants pendant l'arrière-saison. On peut les rencontrer sur la racine ou la tige ou sur les chicots qui émergent au-dessus du sol et qui représentent les bases des rameaux feuillés. Comme par une sorte de balancement, le développement des périthèces est jusqu'à un certain point en raison inverse de celui du mycélium de propagation. Les périthèces sont rares lorsque le mycélium de propagation est abondant, nombreux lorsqu'il est peu développé ou absent. Le mycélium de propagation abonde surtout dans les sols frais et compacts, les périthèces dans les sols meubles et secs. La gangue mucilagineuse qui englobe les ascospores, même après leur sortie du périthèce, ne leur permet pas, sauf cas exceptionnels, d'être emportées à de grandes distances; entraînées par les eaux de pluie sur les corps voisins, elles contribuent simplement dans les circonstances ordinaires, concurremment avec le mycélium de propagation, à l'extension des foyers déjà existants. Mais les chicots à périthèces brisés par la faux ou le scarificateur ou tout autrement peuvent ensuite être transportés par le rateau ou de toute autre façon en des parties encore indemnes et y servir de point de départ à la formation de nouveaux foyers.

» Il serait illusoire de chercher une substance capable de tuer le parasite tout en respectant son hôte; le mycélium de propagation résiste mieux, en effet, aux solutions anticryptogamiques que les racines ou du moins que les radicelles; d'ailleurs on ne saurait atteindre le mycélium

---

([1]) Fuckel, *Botan. Zeitung*, XIX, p. 251, et *Symbolæ mycologicæ*, p. 142.

interne sans tuer immédiatement la racine. L'expérience m'a prouvé que la maladie peut être arrêtée par l'application du traitement suivant. De juin à août, alors que les organes de propagation et de reproduction sont encore peu abondants, défricher profondément les foyers ainsi qu'une bande de $1^m,50$ à $2^m$ de large autour de chacun d'eux; emporter soigneusement les débris de plantes hors du champ et les brûler; enclore le défrichement d'un fossé de $0^m,60$ de profondeur; recouvrir les revers inclinés et le fond du fossé d'une couche assez épaisse de soufre ; remplir de nouveau le fossé de terre que l'on tasse sur les bords; répandre à la surface du défrichement une couche assez épaisse de chaux. Les organes de multiplication du Rhizoctone pouvant rester vivants dans le sol pendant au moins trois ans, il faut évidemment éviter de semer de nouveau de la Luzerne sur l'emplacement des anciens foyers. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine glaciaire des brèches des bassins houillers de la France centrale.* Note de M. A. **Julien**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les études que je poursuis dans les bassins houillers du centre, depuis 1888, m'ont permis de reconnaître avec certitude l'origine glaciaire des brèches que l'on y observe, soit à la base, soit intercalées dans leur épaisseur. Cependant cette origine a été méconnue jusqu'à ce jour, bien que des théories diverses aient été émises pour expliquer leur mode de formation. E. de Beaumont, dès 1841, et Fournet, vers 1854, leur attribuaient une origine torrentielle. Grüner, en 1847, signale, le premier, la forme exclusivement anguleuse de tous les blocs qui les composent et, en conséquence, il les envisage « comme le résultat d'un grand éboulement, le produit du bouleversement brusque qui a entr'ouvert un bassin ou un lac au sein des terrains primitifs ». M. Grand'Eury, qui découvre à son tour les intercalations à divers niveaux de ces brèches aux environs de la Fouillouse, « croît ces brèches, plus analogues aux roches de débâcle, ou aux alluvions des torrents des Alpes, causées par de fréquents ébranlements du sol ». Enfin, M. Fayol, qui considère la brèche de la Fouillouse comme un bel exemple d'éboulis, cherche au contraire à expliquer par une débâcle torrentielle la brèche de Sainte-Aline, à Commentry.

» Ces brèches sont incontestablement d'origine glaciaire. Elles présentent tous les caractères des formations erratiques à l'exclusion de tous

autres. La démonstration définitive de cette origine est d'un intérêt si capital à tous les points de vue que j'ai dû y apporter la plus sévère attention et me livrer à un examen approfondi [1].

» Le bassin de Saint-Étienne est, à coup sûr, celui où les études de cette nature sont les plus faciles, grâce à la puissance de ces brèches, à leur abord aisé, et parfois à la profondeur des tranchées des routes qui les sillonnent et permettent d'en observer l'intérieur. Il en est ainsi des brèches de la Fouillouse, du pont de la Magdeleine à Rive-de-Gier, de Dargoire, mais surtout de celle du mont Crépon, qui en est entièrement formé sur une épaisseur de $250^{m}$. Le mont Crépon nous offre une colline morainique de l'époque houillère, tout à fait comparable à la montagne pliocène de Perrier dans le bassin d'Issoire, dont j'ai reconnu, dès 1868, l'origine glaciaire, aujourd'hui vérifiée par tous les géologues. Ces deux collines sont les magnifiques témoins, dans la France centrale, de manifestations glaciaires antérieures à celle de l'époque quaternaire, seule connue il y a peu d'années encore. J'ai la conviction que tout géologue familiarisé avec les dépôts glaciaires, et qui fera l'excursion si facile du mont Crépon, par la belle route de Saint-Chamond à Valfleury, sera en mesure de certifier la réalité de la découverte que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Il est impossible d'expliquer autrement que par un glacier en mouvement, l'accumulation morainique de ces blocs, leur position relative, leur forme constamment anguleuse, sans mélange du moindre caillou roulé; leur volume parfois énorme atteignant $12^{mc}$ à $15^{mc}$, l'absence de triage, leur mode de tassement. Les stries seules sont excessivement rares, et cela est facile à expliquer par la nature des blocs. Cependant, nous avons constaté des surfaces frottées et striées sur des blocs de porphyre à Cellieu, de schiste amphibolique à Dargoire, et de micaschiste à la Fouillouse. Outre ces caractères intrinsèques et exclusifs des moraines, trois ordres de faits, qui ne peuvent s'expliquer autrement, viennent confirmer le résultat de nos études.

» Ce sont : 1° La trainée de blocs Cellieu-Saint-Martin en Coailleux; 2° les tiges debout, découvertes par M. Grand'Eury près de la Fouillouse; 3° les alternances de brèches, poudingues et grès de Valfleury et de la

---

(1) J'ai commencé ces études seul, dès le mois d'août 1888; puis, après une longue interruption, j'ai eu le plaisir de les reprendre pendant les vacances de 1891 et de 1892, en compagnie de mon élève, M. Jean Giraud, attaché en qualité de préparateur à ma chaire.

Fouillouse. Relativement au premier ordre de faits, nous avons constaté que l'amas morainique de Saint-Martin en Coailleux, improprement dénommé *brèche granitique*, sur la Carte d'étude du bassin houiller de la Loire, de M. Grand'Eury, a exactement la composition lithologique de la brèche de Cellieu. Il est formé de volumineux blocs fragmentaires de granite à grands cristaux d'orthose de $0^m,1$ de long, de porphyre quartzifère gris à gros dihexaèdres de quartz et de blocs ou de tables anguleuses de granulite, de quartz filonien, de gneiss ou de micaschistes variés. On constate aussi la même proportion relative de ces roches. L'identité absolue des deux amas démontre qu'on a affaire à une réelle traînée glaciaire. Il en est de même des calamites de la Fouillouse aux racines fixées dans le grès et dont les tiges brisées pénètrent dans la brèche, phénomène observable seulement dans les régions occupées par des glaciers. De même aussi des alternances si curieuses de Valfleury, à la base nord du mont Crépon et de la Fouillouse, dont les détails des assises ne peuvent s'expliquer que par les alternatives d'avancement et de recul d'un glacier.

» Nous sommes arrivés aux mêmes conclusions pour les brèches de Commentry, si nettement glaciaires sur les talus de la route des Chavais et de la Torche, ce qui nous force à rejeter l'hypothèse bien connue des deltas fluvio-lacustres; pour les brèches du ravin du Cluzeau de la Garde, dans le bassin de Meaulne; pour celles d'Épinac qui forment le bourrelet compris entre Ladrée et Ressile, en face du puits Hottinguer; pour celles enfin de Brassac et de Langeac.

» Je me propose d'indiquer prochainement les conséquences si variées et si importantes qui découlent de la découverte de l'origine vraie des brèches houillères de la France centrale. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur deux météorites turques récemment parvenues au Muséum d'Histoire naturelle*. Note de M. **Stanislas Meunier**.

« J'ai reçu récemment, par l'intermédiaire de M. Le Mesle, deux échantillons de météorites offerts à la collection du Muséum, par M. Halid Edhem Bey, au nom de son père, feu Edhem Pacha. Les pierres dont il s'agit n'ont pas encore été, à ma connaissance, l'objet d'une publication.

» La première est tombée auprès de Tirnowa, en Roumélie, à une époque non indiquée; elle fut recueillie en 1873. L'échantillon que j'ai sous les yeux est enveloppé, sur une partie de sa surface, d'une croûte noire

et mate, de moins d'un millimètre d'épaisseur. La cassure montre une roche d'un gris clair, remarquable avant tout par sa structure clastique ou fragmentaire. Sa densité est égale à 3,690. La comparaison avec les spécimens déjà étudiés conduit à y reconnaître le type lithologique désigné depuis 1870 dans la collection du Muséum sous le nom de *mesminite*. On y distingue facilement deux roches, mélangées sous la forme de fragments : ces deux roches manifestent respectivement les caractères des deux types dits *lucéite* et *limerickite* et dont chacun est représenté par de nombreuses météorites distinctes (1).

» On sait déjà que les météorites clastiques ou bréchiformes contiennent, dans leur structure hétérogène, l'une des preuves les plus nettes des anciennes relations stratigraphiques mutuelles des divers types de roches météoriques.

» La seconde météorite est tombée le 2 juin 1883 dans une forêt auprès du village d'Urba, arrondissement de Belgrade Djik. Elle est uniformément blanche et reproduit tous les traits de la *lucéite*, roche qui, comme on vient de le dire, intervient comme élément constituant dans la météorite de Tirnowa et qui compose à elle seule plus de soixante météorites tombées en tous pays, de 1768 jusqu'à aujourd'hui.

» La pierre d'Urba présente une densité égale à 3,427 ; elle est très finement grenue et le microscope y révèle une structure presque entièrement cristalline. Cependant quelques portions vitreuses se voient çà et là entre les éléments figurés. Les silicates, en partie attaquables aux acides et essentiellement magnésiens, sont associés à des grenailles extrêmement ramifiées de fer nickelé et de pyrrhotine. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Les sables du désert de la Basse-Égypte.* Note de M. A. Andouard, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les sables de la partie du désert de la Basse-Égypte comprise entre le canal Ismaïlia et le lac Menzaleh sont progressivement envahis par la cul-

(1) Il est intéressant de retrouver des traits de composition et de structure aussi compliqués dans des masses tombées en des régions très diverses : la nouvelle météorite de Tirnowa est, à tous égards, identique avec celles de Mooza-Khoorna (Indes) 23 mai 1865, de Saint-Mesmin (Aube) 30 mars 1866, de Cangas de Onis (Espagne) 6 décembre 1866, de Bandong (Java) 10 décembre 1871, de Tysne (Norwège) 20 mai 1884, etc.

ture, depuis que les dérivations greffées sur le canal ont rendu possibles les irrigations.

» J'ai étudié récemment ceux qui avoisinent El Salieh, village situé au nord du désert, à une distance du Caire d'environ 106$^{km}$, à vol d'oiseau. Ils reposent sur une couche d'argile imperméable. Ils sont jaunes, ténus, assez homogènes et presque complètement dessalés. Voici leur composition chimique moyenne, déduite des analyses de sept échantillons, prélevés en divers points d'un domaine de 420 hectares.

*Analyse physique.*

| | |
|---|---|
| Argile | 1,849 |
| Sable | 98,151 |
| Total | 100,000 |

*Analyse chimique.*

| | |
|---|---|
| Eau à 105° | 0,384 |
| Matières organiques | 0,507 |
| Azote total | 0,040 |
| Acide phosphorique | 0,010 |
| » sulfurique | 0,007 |
| » carbonique | 0,390 |
| Chlore | 0,046 |
| Potasse | 0,080 |
| Soude | 0,098 |
| Chaux | 0,319 |
| Magnésie | 0,138 |
| Protoxyde de fer | 0,912 |
| Alumine | 0,600 |
| Sable, etc. | 96,469 |
| Total | 100,000 |

» Pour féconder un sol aussi pauvre, les indigènes ont recours, d'une part à l'enfouissement de quelques fourrages verts (trèfles, arachide, fenugrec, fève, etc.), en second lieu, à des apports d'une terre noire provenant de la destruction de villages tombés en ruine depuis plusieurs siècles, et dont il existe un amas considérable aux environs d'El Salieh. Cette terre noire est un mélange formé par les déjections des hommes et des animaux, associés aux débris des habitations qui, à cette époque aussi bien qu'aujourd'hui, étaient construites exclusivement avec le limon du Nil, du bois

et des pailles diverses. La composition chimique d'un tel produit est nécessairement variable dans des limites fort étendues. Les analyses qui suivent indiquent les écarts qu'elle présente et la valeur fertilisante des divers types qu'on y rencontre.

*Analyse physique.*

| | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| Argile | 12,250 | 10,970 | 9,210 | 11,750 |
| Sable | 87,750 | 89,030 | 90,790 | 88,250 |
| Total | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |

*Analyse chimique.*

| | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| Eau à 105° | 7,400 | 5,270 | 3,980 | 3,746 |
| Matières organiques | 25,815 | 4,850 | 5,654 | 5,127 |
| Azote organique et ammoniacal | 1,200 | 0,150 | 0,142 | 0,120 |
| Acide phosphorique | 5,824 | 0,410 | 0,568 | 0,543 |
| » sulfurique | 1,698 | 1,035 | 1,123 | 0,918 |
| » carbonique | 2,417 | 0,386 | 0,376 | 0,285 |
| Chlore | 0,957 | 1,347 | 1,329 | 1,250 |
| Potasse | 1,760 | 1,620 | 1,559 | 1,603 |
| Chaux | 6,160 | 1,224 | 0,930 | 1,187 |
| Magnésie | 0,108 | 0,192 | 0,461 | 0,702 |
| Protoxyde de fer | 4,710 | 2,896 | 2,604 | 2,175 |
| Alumine | 5,090 | 4,543 | 5,225 | 5,810 |
| Silice, etc | 36,801 | 76,077 | 76,049 | 76,534 |
| Total | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |

» La terre n° 1 est assez richement pourvue de principes fertilisants pour améliorer d'une manière sensible les sables auxquels on la mélange. Tout en ayant une valeur moindre, les autres fournissent un contingent d'azote, de potasse et d'acide phosphorique encore très appréciable, si l'on en répand un certain nombre de mètres cubes par hectare. C'est, pour le désert, une véritable source de fécondité. »

M. X. **Gosselin**, à propos des recherches récentes de M. Moissan sur la dissociation du pyrophosphate de magnésium sous l'influence de l'arc voltaïque, informe l'Académie qu'il avait lui-même étudié la décomposition des phosphates naturels, et principalement du phosphate tribasique de

calcium contenu dans les os, en vue d'en retirer industriellement le phosphore par l'électricité. Il avait obtenu des phénomènes analogues à ceux qui ont été décrits par M. Moissan (¹).

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. G. D.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 24 juillet 1893.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVII, avril 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Soudan français. Kahel. Carnet de voyage*, par Olivier de Sanderval, ingénieur, ancien élève de l'École centrale des Arts et Manufactures. Paris, Félix Alcan, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

*Lettres inédites de Ramond*, strasbourgeois, Membre de l'Institut, surnommé le *Peintre des Pyrénées*, publiées et annotées par Ph. Tamizey de Larroque, Correspondant de l'Institut. Toulouse, Ed. Privat, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

*Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies françaises pendant l'année* 1891. Melun, 1893; 1 vol. in-8°.

*Démonstration du postulat d'Euclide*, par B. Sarrieu. Montauban, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille. Zoologie.* Tome IV.

---

(¹) Le résultat de ces recherches a été consigné dans une demande de brevet d'invention, déposée à Paris le 3 juin dernier.

*Travaux scientifiques*. Mémoire n° 3 : *Ichthyologie marseillaise. Famille des Labroïdes,* par PAUL GOURRET. Marseille, J. Cayer, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Bureau central météorologique de France. Rapport de la Conférence météorologique internationale. Réunion de Munich,* 1891. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

*La Grèce économique et financière en* 1893. *Réponse à M.* E.-F.-G. LAW, *délégué du Gouvernement anglais,* par DEM. GEORGIADÈS. Paris, Guillaumin et Cie, 1893; 1 vol. in-8°.

*Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate* per cura del prof. TACCHINI. Roma, G. Bertero, 1893; 1 fasc. in-4°.

*Atti della R. Accademia dei Lincei.* Anno CCXC. 1893. Rendiconto dell' adunanza solenne del 4 giugno 1893, onorata della presenza di S. M. il Re. Roma, 1893; 1 vol. in-4°.

*Smithsonian Institution. Proceedings of the United States national Museum.* Volume XIV, 1891. Washington, 1892; 1 vol. in-8°.

*Annual Report of the Board of regents of the Smithsonian Institution,* showing the operations expenditures, and condition of the Institution for the year ending june 30, 1890. *Report of the U. S. national Museum.* Washington, 1891; 1 vol. in-8°.

*Carte géologique de la Russie d'Europe,* éditée par le Comité géologique; 1892.

## *ERRATA.*

(Séance du 3 juillet 1893.)

Note de M. *Clerc*, Sur un hydrocinémomètre enregistreur :

Page 29, ligne 5 en remontant, *au lieu de* $r, r-2b, \dots, b$, *lisez* $r, r-b, r-2b, \dots, b$.

Même page, dernière ligne, *au lieu de* $e = r - bh\frac{\omega^2}{2g}$, *lisez* $\rho = r - bk\frac{\omega^2}{2g}$.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 31 JUILLET 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

*Notice sur les travaux de M.* D. Colladon; par M. **Sarrau.**

« L'Académie vient de perdre le doyen de ses Correspondants; Jean-Daniel Colladon est mort à Genève, le 30 juin dernier, à l'âge de 91 ans.

» Son œuvre principale est le transport de la force par l'air comprimé, particulièrement appliqué au percement des tunnels. La difficulté d'une telle opération, quand elle s'effectue sur de grandes longueurs et sous des massifs montagneux considérables, résulte de la nécessité de transmettre à longues distances la force motrice et de l'obligation de renouveler sans cesse, dans le souterrain, l'air constamment vicié par la respiration des ouvriers et l'explosion des mines. M. Colladon a donné la solution la plus avantageuse de ce double problème, en proposant, dès 1852, dans un Mémoire présenté à l'Académie de Turin et approuvé par elle, l'emploi de machines soufflantes actionnées par des moteurs hydrauliques.

» C'est ce système qui a prévalu dans le percement du mont Cenis et M. Colladon en a réalisé lui-même tous les détails dans le percement du Saint-Gothard.

» On a vu, dans cette dernière entreprise, la transmission du travail des forces hydrauliques s'effectuant, par l'intermédiaire de vingt-quatre compresseurs à grande vitesse, sur plus de deux cents machines perforatrices, opérant simultanément et utilisant de la manière la plus favorable les deux mille chevaux des turbines motrices. De plus, les conditions de la ventilation étaient telles, qu'elles n'auraient pu être obtenues par aucun des systèmes mécaniques antérieurement proposés ou pratiqués.

» Cette gigantesque opération suffirait seule à caractériser le génie mécanique de notre époque et celui qui en a dirigé toutes les constructions se place au premier rang, parmi les grands mécaniciens du siècle.

» On doit en outre à M. Colladon d'importantes recherches sur la théorie des roues de navigation, des expériences sur les avantages des roues à palettes mobiles et une étude des effets des machines de navire avec un appareil dynamométrique qui, par décision spéciale de l'Amirauté anglaise, a été établi en 1844 à l'arsenal de Woolwich pour y mesurer effectivement la puissance des machines marines.

» Colladon n'était pas seulement un mécanicien éminent; il fut en même temps un physicien remarquable. Son Mémoire, en collaboration avec Sturm, sur la compression des liquides et la vitesse du son dans l'eau, obtint le grand prix des Sciences mathématiques proposé en 1827 par l'Académie des Sciences, et certains de ses travaux sur la chaleur et l'électricité eurent la collaboration de Fourier et d'Ampère; d'autres de ses écrits se rapportent à la Météorologie. Enfin c'est M. Colladon qui, dans une étude sur les veines liquides, a signalé la faculté qu'elles possèdent d'infléchir dans leur intérieur la lumière projetée à leur origine, et a réalisé, dans une première expérience faite en 1841, un phénomène curieux dont on a tiré depuis des effets si pittoresques.

» M. Colladon a été élu Correspondant de l'Académie en 1876. Par le début de sa carrière scientifique, par sa collaboration avec nos savants les plus illustres, par sa participation à la création et à l'enseignement de notre École des Arts et Manufactures, l'illustre Genevois nous appartenait à bien des titres; la sympathie de l'Académie en est d'autant plus vive et plus grands sont ses regrets de la perte qu'elle éprouve. »

GÉOLOGIE. — *Couches à pétrole des environs de Pechelbronn (Basse-Alsace); températures exceptionnellement élevées qui s'y manifestent;* Note de M. **Daubrée.**

« Il y a une douzaine d'années, une transformation complète s'est subitement produite dans l'extraction du pétrole que contiennent les couches tertiaires des environs de Pechelbronn, en Basse-Alsace. A une exploitation pénible et lente du sable bitumineux, par puits et galeries, a succédé un procédé beaucoup plus simple et incomparablement plus productif. Des forages pratiqués à la sonde font jaillir l'huile minérale, tantôt jusqu'au-dessus du sol, tantôt dans des conditions qui permettent de l'aspirer au moyen de pompes.

» Ce nouveau régime a révélé des faits très dignes d'intérêt, notamment une richesse souterraine en pétrole et en gaz carbonés qu'on était loin de soupçonner, ainsi que des températures intérieures d'une élévation anormale.

» *Débit.* — C'est l'inondation d'une galerie profonde par le pétrole qui, en 1881, suggéra à M. Le Bel l'heureuse idée de recourir à des forages pour se dispenser d'une exploitation souterraine. Sans pénétrer au delà d'une profondeur de $150^{m}$, ces premiers forages provoquèrent des sources jaillissantes de pétrole. Sur une dizaine, il en est qui produisirent $40.000^{kg}$ à $50.000^{kg}$ d'huile minérale en vingt-quatre heures.

» A la suite de la découverte inattendue de cette richesse, une Société acquit la concession et se mit à poursuivre activement les recherches, tant aux environs de l'ancien centre d'exploitation que dans d'autres parties du périmètre concédé, et en les poussant jusqu'à des profondeurs plus grandes. Je dois remercier M. Schützenberger, administrateur de cette Société, des renseignements que je dois à sa grande obligeance.

» Aujourd'hui les forages sont au nombre de plus de cinq cents. Bien que n'étant pas très éloignés les uns des autres, ils ont fourni des résultats fort différents. Quelques-uns n'ont rien donné. Dans d'autres les gaz intérieurs font jaillir l'huile minérale au-dessus du sol, avec une force parfois effrayante. Depuis 1882, vingt et une fortes sources jaillissantes ont été rencontrées. Ce jaillissement n'est pas de très longue durée ; on peut en moyenne l'évaluer de trois à quatre ans; cependant il en est un, le n° 186, qui dure depuis l'année 1884 et donne encore $8000^{kg}$ par jour. La force expansive des gaz s'épuise peu à peu; alors des pompes vont chercher l'huile dans la profondeur, d'où elles aspirent en même temps de l'eau salée.

» L'abondance des gaz intérieurs est parfois très souvent considérable. Ils lancent de hautes gerbes et leur sortie ébranle le sol, avec production de bruits souterrains, de manière à rappeler un tremblement de terre. L'un de ces jets (n° 394), lors de son apparition, débitait en vingt-quatre heures de 12.000$^{mc}$ à 15.000$^{mc}$ de gaz et causait une véritable éruption, projetant de la boue et des pierrailles; il a duré six semaines, mais en perdant peu à peu de son intensité. Le jaillissement du pétrole est en général si subit que les ouvriers en sont inondés.

» Les pompes que l'on installe sur les sources à pression affaiblie fournissent de l'eau qui est salée. Dans l'une d'elles, celle de Kutzenhausen, la teneur en sel s'élevait à 19,7 pour 100. En analysant, il y a soixante ans, l'eau mère de la saline de Soultz-sous-Forêts (¹), qui s'alimentait dans ces mêmes couches pétrolifères, Berthier avait déjà remarqué, d'une part, qu'elle ne contient pas de sulfates, d'autre part, qu'elle est très riche en brome, et qu'on pourrait en extraire cette substance avec profit. Ces deux caractères se retrouvent dans l'eau salée, exploitée à Kreutznach, qui jaillit du porphyre, et que Berthier avait antérieurement examinée. Or, d'après les analyses que vient de faire M. Wilm, il en est de même dans les sources rencontrées dans les sondages récents. Ces deux caractères distinctifs des eaux salées des couches pétrolifères sont remarquables.

» Pour donner une idée de l'abondant débit en pétrole qu'atteignent ces sources artificielles, je citerai quelques chiffres.

» Un forage exécuté, en 1890, près de Surbourg, jusqu'à la profondeur de 250$^{m}$, débuta par un rendement journalier de 7500$^{kg}$ de pétrole; puis il est descendu à 4000$^{kg}$, qui est actuellement le chiffre normal.

» D'un sondage peu éloigné de Surbourg, il est sorti de 5000$^{kg}$ à 10.000$^{kg}$ de pétrole par jour. Il est une source dont le débit a atteint 3.000.000$^{kg}$ en un an.

» La persistance dans l'arrivée de l'huile minérale se montre dans la source n° 146 qui a fourni, depuis 1882 jusqu'au 21 juin 1893, c'est-à-dire en dix années environ :

10.420.000$^{kg}$ de pétrole,

dont 3.002.900$^{kg}$ par jaillissement, et 7.417.100$^{kg}$ au moyen des pompes; elle continue à fonctionner.

» On peut évaluer à 80.000$^{kg}$ par jour ce que peuvent donner aujour-

(¹) *Analyse du sel et de l'eau mère de la saline de Soultz-sous-Forêts* (*Annales des Mines*, 3$^{e}$ série, t. V, p. 535; 1834).

d'hui toutes les sources de la concession, soit jaillissantes, soit à pompes.

» Il convient de remarquer que les débits des principaux puits auraient été encore plus considérables, si le diamètre de l'ouverture des trépans avait été plus grand, par exemple, comme ceux de Bakou. D'ailleurs on ne les a pas fait fonctionner jour et nuit, à cause de la faible puissance de l'usine où les huiles sont traitées. Peut-être certaines fortes sources auraient-elles atteint 50.000$^{kg}$ par jour.

» Le débit de plusieurs sources de Pechelbronn est considérable, même si on le compare à celui des sources des États-Unis ou de la région Caspienne.

» Cette abondance est surtout remarquable, quand elle est rapprochée de ce que fournissait, avant l'ère nouvelle, l'exploitation par puits et galeries. Quarante ouvriers extrayaient du sable bituminifère qui, traité à l'eau bouillante, rendait 1,60 pour 100 de son poids en huile minérale du commerce et ce long travail ne donnait annuellement que 70.000$^{kg}$ à 80.000$^{kg}$ de pétrole.

» La quantité de pétrole qui est sortie, depuis 1881, époque du premier forage, jusqu'au 1$^{er}$ avril 1893, des couches de la concession de Pechelbronn, est évaluée à

$$69.529.685^{kg},$$

dont 27.086.800$^{kg}$ jusqu'au 31 décembre 1888, et 42.442.885$^{kg}$ depuis la constitution de la nouvelle Société.

» Ces chiffres correspondent à une moyenne annuelle d'environ 5.700.000$^{kg}$, c'est-à-dire plus de 70 fois supérieure à ce que fournissait l'ancienne exploitation souterraine.

» *Température.* — En décrivant, il y a quarante ans, la nature et la disposition des sables pétrolifères dans les couches tertiaires de Pechelbronn, j'avais remarqué [1], bien que les exploitations fussent alors peu profondes, que la température interne y présente un accroissement plus rapide que d'ordinaire. C'était, entre autres observations, celle d'une source jaillissant dans un puits à la profondeur de 70$^{m}$, avec une température de 13°,7; ce qui correspond, la température de la surface étant de 10°, à un accroissement moyen de 1° par 20$^{m}$.

» Les mesures thermométriques prises dans plusieurs des nombreux sondages exécutés récemment ont non seulement confirmé cette première

---

[1] *Description géologique du Bas-Rhin*, p. 360; 1852.

observation, mais encore ont appris que l'accroissement est beaucoup plus rapide qu'on ne pouvait autrefois le supposer.

» Un sondage (n° 445) près Soultz-sous-Forêts, en fournissant, à 178$^m$ de profondeur, de l'eau à 24°, a accusé un taux moyen de 1° par 12$^m$,7.

» Le forage exécuté dans la forêt de Haguenau par une Compagnie allemande marquait, à la profondeur de 620$^m$, une température de 60°,6. Les mesures prises dans ce puits, à des profondeurs diverses, donnent des résultats dignes d'intérêt, ainsi qu'il résulte du Tableau suivant :

| Profondeurs. | Degrés centigrades. |
|---|---|
| 305$^m$ | 47,5 |
| 330 | 52,5 |
| 360 | 53,7 |
| 400 | 57,5 |
| 420 | 58,7 |
| 480 | 58,7 |
| 510 | 60 |
| 540 | 59,4 |
| 580 | 59,4 |
| 600 | 60,6 |
| 620 | 60,6 |

» L'examen de ces chiffres montre que, sur la verticale dont il s'agit, l'accroissement est exceptionnellement rapide. Il n'est d'ailleurs pas uniforme : selon qu'on s'arrête à la profondeur de 305$^m$, 360$^m$, 400$^m$, 480$^m$, 510$^m$ ou 620$^m$, on obtient des moyennes de 1° par 12$^m$,2, 12$^m$,1, 11$^m$,8, 10$^m$,1, 9$^m$ et 8$^m$,2.

» Ainsi, contrairement à la règle qui se dégage de la très grande majorité des observations, et notamment de celles d'Arago au puits de Grenelle, la température dans le puits qui nous occupe augmente d'autant plus rapidement qu'on descend davantage ou, selon l'expression en usage, le degré géothermique (¹) diminue dans la profondeur au lieu d'augmenter.

» Près de Kutzenhausen, un sondage (n° 457) a donné un accroissement plus rapide encore; car à une profondeur de 140$^m$ il en est sorti de l'eau à 30°; cela donnerait 1° par 7$^m$.

» Quoique numériquement variables, tous ces taux d'accroissement sont notablement supérieurs à la moyenne normale.

---

(¹) Le degré géothermique est la hauteur dont il faut descendre verticalement pour constater une augmentation d'un degré centigrade.

» Ainsi, dans ces couches tertiaires, bien qu'elles soient en stratification régulière et d'une faible inclinaison sur l'horizon ($7^{cm}$ à $8^{cm}$ par mètre), il se manifeste des températures exceptionnellement élevées et un taux d'accroissement qui augmente avec la profondeur. On se trouve en présence d'une sorte de point singulier. Une telle anomalie est d'autant plus intéressante qu'elle paraît se rattacher à la même cause que la présence du pétrole, c'est-à-dire à une influence particulièrement efficace, chimique ou autre, de l'activité interne du Globe. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'inégale résistance à la sécheresse de quelques plantes de grande culture;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« L'Académie a été entretenue, à diverses reprises, de la longue période de sécheresse que nous avons traversée au printemps ([1]). Elle a produit sur les cultures des effets très différents. Tandis que, dans notre pays, la récolte de blé atteint presque la moyenne, puisqu'on l'évalue à 100 millions d'hectolitres environ, le rendement des prairies, au contraire, a été presque nul; presque partout il a fallu renoncer à les faucher, et, comme on n'avait guère de réserves de l'an dernier, on a été contraint de vendre à vil prix le bétail qu'on ne pouvait plus nourrir.

» Au champ d'expériences de Grignon, les différences d'aspect que présentaient les cultures étaient excessives. J'ai déjà eu l'honneur de parler à l'Académie des cases de végétation ([2]); elles ont $1^{m}$ de profondeur et chacune d'elles, d'une capacité de $4^{mc}$, renferme 5 tonnes de bonne terre; le ray-grass, la graminée de la prairie, y est resté cependant tellement chétif qu'il a été impossible de le faucher pour prendre le poids de la récolte; au reste, il n'a pas été meilleur en pleine terre. On a fait pâturer les prairies; la valeur du foin aurait été inférieure aux dépenses de la récolte.

» Dans des cases voisines de celle qui portait le ray-grass, on a semé, en octobre, du blé à épi carré; il a très bien passé l'hiver et, au premier printemps, il promettait une abondante récolte quand, en mai, il a commencé à jaunir du pied, il a mûri hâtivement; on voit, dans la photographie qu'a faite, à la fin de juin, M. Julien, répétiteur à l'École, que ce blé,

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 1000, 1078, 1177.
([2]) *Ibid.,* t. CXVI, p. 33. — *Ann. agronom.,* t. XIX, p. 65.

très court, atteint seulement la main tombante d'un homme de taille moyenne. Le même jour, on a pris une photographie d'une parcelle de pleine terre également semée en épi carré; le blé s'est bien mieux développé, on voit qu'il atteint la ceinture du même ouvrier.

» A la moisson, on a obtenu les résultats suivants :

*Blé (épi carré Porion). Récolte à l'hectare*, 1893.

| | Grain. | | Poids de l'hectolitre de grain. | Paille en quintaux métriques. | Poids de la paille pour 100 de grains. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Quintaux métriques. | Hectolitres. | | | |
| Case n° 3 | 14,5 | 19,0 | 76,3 | 30,6 | 210 |
| » n° 4 | 14,5 | 19,0 | 76,3 | 33,4 | 230 |
| » n° 5 | 13,4 | 18,0 | 75,3 | 31,6 | 230 |
| Parcelle n° 25 (pleine terre) | 23,4 | 31,0 | 75,3 | 70,2 | 300 |

» Les résultats sont donc les suivants : ray-grass dans les cases ou en pleine terre : récolte nulle; blé dans les cases; médiocre, en pleine terre : assez bon. Comment expliquer ces différences? la terre des cases est la même que celle du champ d'expériences; la sécheresse a sévi également; comment, ayant arrêté complètement le développement du gazon, ralenti celui du blé dans les cases, est-elle restée sans action sensible sur le blé de pleine terre?

» J'ai d'abord pensé que le blé de pleine terre surpassait celui des cases parce que les réserves d'humidité, que forme le sous-sol pendant l'hiver, étaient remontées par capillarité jusqu'aux couches superficielles, tandis que rien de semblable ne pouvait se produire dans les cases dont le fond imperméable laisse écouler toute l'eau qui lui arrive.

» Pour savoir si cette hypothèse était fondée, j'ai fait prendre des échantillons de terre le 9 juin après une des premières pluies, dans une des cases de blé et dans la parcelle 25 qui a été photographiée.

| | Eau dans 100$^{gr}$ de terre. | |
|---|---|---|
| | Case n° 3. | Parcelle n° 25. |
| De la surface à 0$^{m}$,25 | 9,4 | 12,5 |
| De 0$^{m}$,25 à 0$^{m}$,50 | 7,7 | 10,3 |
| De 0$^{m}$,50 à 0$^{m}$,75 | 7,9 | 9,3 |
| De 0$^{m}$,75 à 1$^{m}$ | 7,5 | 8,5 |

» La terre de la parcelle est un peu plus humide que celle de la case; les différences sont faibles cependant; on remarque, en outre, que la

couche superficielle est plus chargée que les couches profondes, ce qui indique bien que l'eau du sous-sol de la parcelle n'est pas remontée par capillarité jusqu'à la surface. Il fallait donc abandonner cette hypothèse et passer à l'examen des racines.

» A force de soins et de patience, M. J. Dumont, chimiste de la station agronomique, qui m'a prêté dans cette recherche le concours le plus dévoué, parvint à extraire de la terre meuble des cases quelques racines de blé sans les briser. Ces racines s'enfoncent verticalement en filets très minces au travers de la terre meuble, atteignent la couche de cailloux qui assure le drainage, s'y ramifient en tous sens, rampent enfin sur la couche de ciment qui forme le fond de la case, à $1^m$ de la surface. Nous avons étalé ces racines sur une planche; quand elles sont étendues, elles atteignent $1^m,75$ de long, ainsi que le montrent les photographies que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Il est visible que, si, au lieu de rencontrer une surface absolument imperméable, incapable de leur rien fournir, ces racines avaient trouvé un sous-sol enrichi d'humidité par les pluies d'hiver, elles auraient pu s'y abreuver.

» C'est précisément ce qui est arrivé pour le blé de pleine terre. Nous n'avons pas réussi à en extraire complètement les racines; leurs minces filets sont facilement suivis jusqu'à $1^m,20$; à cette profondeur elles rencontrent une couche de calcaire grossier fendillé; elles rampent à la surface, puis, profitant des moindres fissures, y pénètrent, s'y couvrent de poils absorbants, traversent cette couche pierreuse et s'enfoncent dans la terre plus meuble sous-jacente. Ces racines ont certainement atteint une longueur de $2^m$.

» On sait depuis longtemps que les racines du blé atteignent de grandes dimensions, mais il est intéressant de constater que, pendant l'année que nous venons de traverser, ces racines ne se sont pas épanouies dans les couches superficielles comme on les représente habituellement, mais ont formé des filets très allongés qui se sont surtout ramifiés dans les couches profondes pour aller y puiser l'eau qui faisait défaut à la surface.

» On voit, en outre, que, pendant cette année sèche, le blé pâtit dans une terre d'excellente qualité, ayant une profondeur de $1^m$ et renfermant encore 7 à 8 pour 100 d'humidité, quand cette terre repose sur un sous-sol imperméable laissant écouler les eaux d'hiver sans faire aucune réserve; mais, qu'il en est tout autrement quand cette terre repose sur un sous-sol perméable, capable d'emmagasiner des réserves d'humidité; dans ces nou-

velles conditions, le blé envoie ses racines jusque dans les couches profondes, et la récolte, au lieu de rester à $18^{\text{hlit}}$ environ, s'élève jusqu'à $31^{\text{hlit}}$.

» Le blé sait donc se défendre contre la sècheresse en enfonçant ses racines jusqu'à des distances considérables de la surface; il n'en a pas été ainsi du ray-grass. Je mets sous les yeux de l'Académie une photographie d'une touffe de gazon qui a poussé dans une des cases de végétation de Grignon, voisine de celle où avait été semé le blé. On voit que le ray-grass a été incapable de former de longues racines; ayant à sa disposition $1^{\text{m}}$ de bonne terre, le gazon n'en a guère profité; toutes ses racines s'épanouissent en une grosse touffe dans les couches superficielles; c'est à peine si quelques filets descendent jusqu'à $0^{\text{m}},75$. Il est bien à remarquer, en outre, que cette graminée dispute mal à la terre l'eau qu'elle renferme encore; la terre des cases renfermait $\frac{7}{100}$ à $\frac{8}{100}$ d'humidité, et, dans les observations qu'il a présentées récemment à l'Académie ([1]), notre confrère M. Reiset a trouvé qu'une terre placée immédiatement au-dessous d'un gazon *brûlé* renfermait encore $\frac{7,84}{100}$ d'humidité.

» Les faits précédents permettent de comprendre facilement comment la sécheresse de 1893 a exercé sur les récoltes des influences si différentes. Semé sur une terre reposant sur un sous-sol capable de conserver des réserves d'humidité, le blé a résisté grâce à ses longues racines; dans les mêmes conditions, le gazon a succombé, car ses racines sont restées dans les couches superficielles qui se dessèchent absolument quand la pluie fait défaut.

» Tandis que le blé, médiocrement sensible à la dessiccation du sol, couvre les plateaux, la prairie, dont les racines doivent être constamment humectées, s'établit dans les vallées, s'étend dans les régions pluvieuses et ne donne dans le Midi d'abondantes récoltes que lorsqu'elle est irriguée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation de quatre trombes simultanées, en vue d'Antibes*. Extrait d'une Lettre de M. **Naudin** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Permettez-moi de vous faire part d'un intéressant phénomène météorologique dont nous avons été témoins hier, 27 juillet, à la villa Thuret. Il

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1178.

s'agit, non pas d'une, mais de quatre trombes, qui se promenaient de compagnie sur la mer, à $1^{km}$, $2^{km}$ ou $3^{km}$ de nous. La vue en était aussi nette que possible.

» Toute la journée du 27, le ciel a été couvert; le vent soufflait de l'est, assez fort, et nous a amené quelques gouttes de pluie. Dans l'après-midi, le temps est devenu orageux et l'on remarquait surtout un gros nuage sombre, qui s'étendait d'Antibes à Nice, à quelques centaines de mètres au-dessus du littoral, et qui, de temps en temps, lançait des éclairs. Il se traînait lourdement, de l'est à l'ouest, appuyé, en quelque sorte, sur les hautes collines qui bordent la côte.

» Tout d'un coup le vent a fait une saute, passant de l'ouest à l'est, et très fort. C'est alors qu'on a vu se former, à la face inférieure du gros cumulus dont je viens de parler, des protubérances en cônes renversés, dont la pointe se prolongeait presque instantanément en une sorte de bras qui atteignait la mer et y plongeait, soulevant un gros bouillonnement de plusieurs mètres de haut et de large, avec des remous circulaires tout autour. Cela durait quelques minutes, puis la trombe, quoique se déplaçant assez lentement, s'en allait se perdre sur les collines voisines. Alors nous la perdions de vue.

» Toutes ces trombes, complètes ou seulement commencées, étaient situées sur la même ligne, comme les volcans sur une même faille, et cette ligne était manifestement la ligne de contact et de conflit des deux vents contraires. C'était exactement le phénomène des tourbillons qui se produisent dans les rivières, par suite de remous marchant en sens contraire, et qui a été plusieurs fois invoqué par M. Faye pour appuyer sa théorie des trombes. Le fait que je viens de vous citer était, pour ainsi dire, la preuve tangible et palpable de la justesse de cette théorie. Pour en bien saisir la portée, il faut tenir compte de la disposition topographique de cette partie du littoral de la Provence, si puissamment abritée contre les vents du nord par la longue série des montagnes alpines et alpestres, qui lui font comme un rempart dirigé du nord-est au sud-ouest. Grâce à ce rempart, le climat du littoral est presque *subtropical*. De là, le nombre toujours croissant des plantes de pays chauds qui peuplent les jardins provençaux.

» Mais ce long et haut rempart a encore un autre effet : c'est de forcer tous les courants d'air, de quelque part qu'ils viennent, à prendre cette direction nord-est-sud-ouest ou réciproquement, avec de légères variantes suivant les cas. Il en résulte que nous ne connaissons guère ici que des vents d'est et des vents d'ouest, inclinant plus ou moins vers le nord ou vers

le sud. Le vent franchement nord est presque inconnu, et ne souffle, quand cela arrive, que très faiblement; le vent franchement sud n'est pas beaucoup plus fréquent. C'est par les vents d'est que la pluie nous arrive; les vents d'ouest balayent le ciel et amènent invariablement le beau temps.

» Par suite de cette disposition des lieux et de la direction qu'elle fait prendre aux courants d'air, il arrive que, dans les sautes de vent, deux courants d'air opposés se heurtent et produisent des remous qui deviennent des tourbillons trombiques, visibles si le ciel est couvert de nuages orageux, invisibles dans les autres cas. Le fait est assez commun en Provence.

» .... Dans le cas que j'ai cité, la gyration de l'air s'est faite dans un sens contraire à celui des aiguilles d'une montre. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, devenue vacante par le décès de M. le vice-amiral Pâris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

| | |
|---|---|
| M. de Bernardières obtient . . . . . . . . . . | 31 suffrages |
| M. Manen. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 » |

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

| | |
|---|---|
| M. Manen obtient. . . . . . . . . . . . . . . | 27 suffrages |

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

| | |
|---|---|
| *En première ligne* . . . . . . . . . | M. de Bernardières. |
| *En seconde ligne*. . . . . . . . . . | M. Manen. |

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Al. Roy** adresse une Note relative à un traitement antiphylloxérique.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Poujade** adresse un Mémoire sur la constitution physique du Soleil.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Townsend Porter** adresse un Mémoire relatif à un système permettant d'employer les moyennes résultant des mesures anthropologiques, pour déterminer l'aptitude physique des enfants d'une école à fournir le travail exigé.

(Commissaires : MM. Marey, Charcot, Bouchard.)

M. **Savary d'Odiardi** adresse une réclamation de priorité, concernant le mode de traitement et l'appareil décrits récemment par M. d'Arsonval.

(Commissaires : MM. Marey, Cornu, Lippmann.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage en langue russe, accompagné de magnifiques Planches, et relatif aux Animaux invertébrés de la mer Blanche; par M. *Wagner*. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

« Les principaux points traités dans cet Ouvrage sont les suivants :

» 1° Un nouveau mode de propagation des Hydroméduses, au moyen des pièces de coenosarc, qui se détachent des extrémités de la Souche dans les calices des Hydrantes.

» 2° Un nouveau mode de développement des œufs dans l'endoderme du *Bougainvillea superciliaris* et la sortie des larves (Planules) à travers les parois de l'estomac (polypite).

» 3° Un fait analogue aux Rhizostomides chez la *Staurophora* : les tentacules en forme de coulisses et disposées en croix se soudent ensemble, de sorte que la bouche

disparaît et la nutrition s'opère au moyen de ces tentacules, près de la base desquels se forment les œufs chez les femelles.

» 4° L'anatomie complète du *Clio borealis*, et en particulier les points suivants :

» *a*. La description détaillée de l'appareil de la mastication ;

» *b*. Le système circulatoire, démontré par des injections ;

» *c*. L'existence, dans la partie postérieure du corps, d'un grand sinus qui sert à la respiration ;

» *d*. L'auteur a observé et dessiné la fécondation de l'animal, qui présente des particularités singulières. Chaque individu s'accouple deux fois. Premièrement, il agit comme un mâle, enfonce son membre dans la vulve et injecte le sperme dans une bourse copulatrice. Après ce premier acte, les individus se séparent et celui qui a reçu le sperme va chercher un troisième individu, qu'il féconde par ce sperme. A côté de l'organe copulateur se trouve un long appendice, qui joue aussi un rôle pendant la fécondation. Il s'assujettit au moyen d'une petite ventouse qui se trouve à son extrémité, aux différents endroits de la partie postérieure du corps ; il pénètre parmi les cellules épithéliales des téguments et laisse pénétrer dans le corps les particules que sécrètent les glandes situées au dedans des parois d'un long sac, placé dans cet organe singulier ;

» *e*. Après la fécondation et la ponte des œufs, les organes génitaux subissent la métamorphose graisseuse ; toute la graisse entre dans l'estomac par une artère et sert comme nourriture.

» 5° Une nouvelle classification phylogénétique des Ptéropodes.

» 6° L'anatomie détaillée des différents types des Ascidies de la mer Blanche. Chez le *Chélyosome*, l'auteur a trouvé le système du nerf pneumogastrique, qui commence à la partie postérieure du ganglion et va fournir les nerfs du sac branchial. Chez le *Cynthia echinata*, il a trouvé dans l'endothélium de l'estomac des granules d'amidon.

» L'auteur donne un aperçu de la faune de la mer Blanche et spécialement du golfe des îles de Solowetz. Il donne une description de la station fondée par lui sur ce golfe. La faune de la mer Blanche se montre beaucoup plus riche que la faune de la mer Noire.... »

M. **Tisserand** communique l'extrait suivant d'une Lettre adressée par M. *Merino*, Directeur de l'observatoire de Madrid :

« Madrid, le 26 juillet 1893.

» La comète vue le 8 juillet à Utah, par M. Rordame, et le 9 à Juvisy, par M. Quénisset, a été vue antérieurement le 4 juillet, à $15^h$ de temps moyen local, à Logrosan (Estramadure), latitude 39°20′ N., et longitude $0^h 31^m 27^s$ à l'ouest de Paris, par M. Roso de Luna qui la prit pour une étoile nouvelle de 4e grandeur, dans la constellation du Cocher, entre les étoiles $\alpha$, $\varepsilon$, $\zeta$, $\eta$ et $\rho$, sans prêter malheureusement à la découverte l'importance qu'elle méritait. Toutefois, le 6 juillet, M. Roso m'écrivit pour me l'annoncer ; mais l'état défavorable du ciel ne permit d'observer le nouvel astre à Madrid que le 10 juillet....

» Un graphique de M. Roso, à la date du 5 juillet au matin, montre que la position

de la nouvelle étoile coïncidait avec la position de la comète Rordame-Quénisset, conclue de l'éphéméride de M. E. Lamp (*Astron. Nachr.*, n° 3173). »

ASTRONOMIE. — *Photographie et observations physiques de la comète b 1893, faites à l'observatoire de Juvisy.* Note de M. **F. Quénisset**, transmise par M. Tisserand.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie de la nouvelle comète. Elle a été obtenue le 19 juillet 1893 de $10^h 10^m$ à $10^h 50^m$, soit en $0^h 40^m$ de pose, à l'aide d'un objectif Hermagis de $16^{cm}$ d'ouverture. Cette photographie montre des détails que l'on ne soupçonnait pas à l'équatorial de $0^m,24$. Ainsi on remarque une double queue, l'une longue de 1° et presque exactement dirigée vers l'est, l'autre de 30′ de longueur et sensiblement inclinée vers le nord.

» La partie extérieure de la chevelure, très nette à l'ouest, s'étend davantage à l'est où elle est comme rejetée vers la queue.

» Le même jour, à l'équatorial (grossissement 96), la queue mesurée avait 24′ de longueur, elle était bien visible jusqu'à une distance de 8′ de la chevelure; puis, plus loin, était excessivement faible et se perdait insensiblement. La chevelure avait un diamètre total de 6′.

» On voit que la Photographie a révélé une queue bien plus longue, et l'on est porté à penser qu'elle devait se composer de matières très photogéniques. Sur deux autres photographies, prises les 21 et 22 juillet, la queue est encore bien plus belle et plus longue que dans la lunette.

» Le 24 juillet, la chevelure avait 3′35″ de diamètre total et la queue 65′ de longueur.

» Le 26 juillet, la chevelure n'avait plus que 1′20″ de diamètre total et la queue 40′ de longueur. »

NOMOGRAPHIE. — *Complément à la méthode nomographique récemment décrite, en vue de l'introduction d'une variable de plus.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**.

« Je demande la permission d'ajouter quelques mots à l'exposé, fait dans la précédente séance, d'une nouvelle méthode nomographique générale, en vue de lui permettre de donner naissance à des abaques à dix entrées.

» Au lieu d'orienter le plan transparent mobile sur le plan fixe au moyen

d'une droite, toujours la même, que nous avions prise pour axe des $x$, nous pouvons le faire au moyen de droites différentes, prises dans un système d'isoplèthes répondant à une nouvelle variable $\alpha_{11}$. Nous avions, en effet, précédemment supposé que le plan mobile ne portait que deux systèmes d'isoplèthes curvilignes $(\alpha_9)$ et $(\alpha_{10})$. Rien ne nous empêche de leur adjoindre un système d'isoplèthes rectilignes $(\alpha_{11})$, défini, sur le plan mobile, par l'équation

$$u(\alpha_{11})x + v(\alpha_{11})y + w(\alpha_{11}) = 0,$$

où $u$, $v$, $w$ sont des fonctions quelconques.

» Il suffira, pour faire la théorie de la méthode ainsi modifiée, de remplacer les équations précédemment numérotées (6) par les suivantes

$$\left. \begin{array}{l} u[\lambda(f_j - X_0) + \mu(\varphi_j - Y_0)] \\ \quad + v[-\mu(f_j - X_0) + \lambda(\varphi_j - Y_0)] + w = 0 \end{array} \right\} \quad (j = 1, 2).$$

Il faut remarquer que l'on ne pourra, dans ce cas, recourir au dispositif qui a été indiqué pour mettre le transparent en place, au moyen du glissement le long d'une règle, qu'autant que les droites du système $(\alpha_{11})$ seront parallèles entre elles, c'est-à-dire que le rapport des fonctions $u$ et $v$ sera constant.

» Je ferai enfin observer que l'abaque gagnera en netteté, si l'on trace avec des couleurs différentes, noir et rouge par exemple, d'une part les courbes du plan fixe et de l'autre celles du transparent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *La benzoylnicotine.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Ainsi que je l'ai rappelé dans une précédente Communication, la nicotine est regardée par tous les chimistes comme une base ayant ses deux azotes tertiaires — Az =, — Az =. L'un des faits les plus importants invoqués en faveur de cette opinion est que les chlorures d'acides n'agissent pas sur elle avec élimination d'acide chlorhydrique pour donner un dérivé tel que la benzoylnicotine par exemple. Si un tel fait était exact, il serait en contradiction formelle avec la théorie de la nicotine à azote secondaire — AzH — et tertiaire — Az = que j'ai proposée dès 1883 [1] et il y aurait

[1] *Dictionnaire de Wurtz* (*Supplément*).

lieu de la rejeter. D'après un travail assez ancien de H. Will [1], le chlorure de benzoyle donnerait avec la nicotine un simple composé d'addition qu'il formulait alors $C^5H^7Az.C^7H^5OCl$ et qu'on a écrit depuis

$$C^{10}H^{14}Az^2.\ 2C^7H^5OCl.$$

Je n'ai pas cherché à vérifier l'existence de cette matière, mais il m'a été possible d'observer que la nicotine forme avec le chlorure de benzoyle un dérivé benzoïque, aussi facilement que toute autre base secondaire et c'est assurément la théorie des deux azotes tertiaires qui a empêché jusqu'ici d'en tenter la préparation, dont voici les détails.

» On mélange $16^{gr},2$ de nicotine sèche avec un excès de chlorure de benzoyle récemment distillé. Aucune réaction ne se manifeste à froid; en poussant en plusieurs fois la température jusqu'au point d'ébullition du chlorure, il se dégage du gaz chlorhydrique en abondance, d'après l'équation

$$C^{10}H^{14}Az^2 + C^7H^5OCl = HCl + C^{10}H^{13}Az^2C^7H^5O.$$

» Le chlorhydrate de benzoylnicotine formé, étant peu stable à chaud, se dissocie en presque totalité et, dans l'expérience ci-dessus, on a pu recueillir sur la cuve à mercure jusqu'à $1800^{cc}$ de gaz acide, au lieu de $2200^{cc}$ prévus par la théorie.

» Si le gaz de la cloche communique avec le ballon, il est d'ailleurs bientôt résorbé pendant le refroidissement.

» Dès que le dégagement gazeux se ralentit, la masse est coulée dans un mortier froid, puis lavée à l'éther pour enlever la nicotine ou le chlorure en excès. On dissout le résidu dans un acide, puis le sel, décoloré au noir animal, est décomposé par la soude et extrait par l'éther jusqu'à épuisement de la base.

» La benzoylnicotine est un alcaloïde sensiblement incolore, légèrement visqueux et dépourvu de tendance à la cristallisation. Son odeur est vireuse et sa saveur faible ne rappelle en rien l'âcreté de la nicotine, dont elle diffère encore en ce qu'elle est une base monoacide faible, insoluble dans l'eau et ne se dissolvant que dans un excès notable d'acide chlorhydrique étendu.

» Le chloroplatinate de benzoylnicotine est un précipité cristallin jaune

(1) *Annalen der Chemie*, t. CXVIII, p. 206.

clair, ayant la composition $[C^{10}H^{13}Az(C^{7}H^{5}O)HCl]^{2}PtCl^{4}$

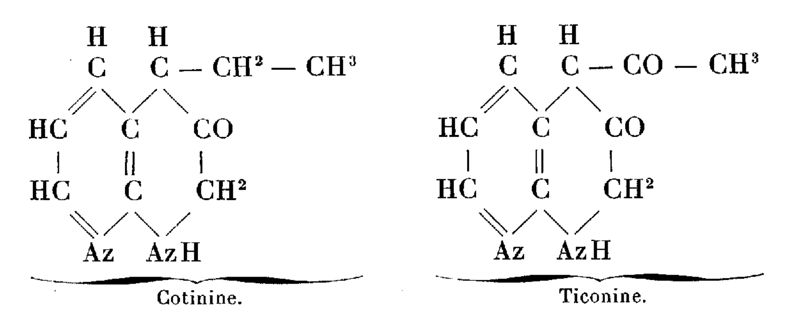
$$(C = 42,5 - 42,7, \quad H = 4,0 - 4,1, \quad Pt = 21,0 - 20,7 - 20,9)$$

» Ces faits, notamment le dégagement d'acide chlorhydrique, démontrent, sans discussion possible, que les chlorures de radicaux acides réagissent sur la nicotine, et que dans la molécule de cet alcali un hydrogène est lié à l'azote.

» Outre l'acétylnicotine précédemment décrite, il existe donc une benzoylnicotine

```
     H    H
     C    C — CH² — CH³
   //  \ /  \
HC      C     CH²
 |      ||     |
HC      C     CH²
   \\  / \  /
    Az    Az — CO — C⁶H⁵.
```

» Les bases que M. Pinner a décrites sous les noms de *cotinine* $C^{10}H^{12}Az^{2}O$ et de *ticonine* $C^{10}H^{10}Az^{2}O^{2}$ (représentée par un dérivé bromé) ne peuvent contenir un groupe $= AzCH^{3}$, la nicotine étant secondaire-tertiaire avec un anneau pyridique. Leur formule doit donc être mise sous une forme à azote secondaire telle que



Cotinine. Ticonine.

» Les dérivés bromés de ces substances donnent, par les alcalis ou par réduction, de la méthylamine, provenant, conformément à l'idée émise par F. Blau, de la rupture de la molécule. Ils donnent encore des acides oxalique, malonique, nicotianique, comme les formules ci-dessus le font prévoir, et enfin deux dérivés caractéristiques : l'apocotinine $C^{9}H^{9}AzO^{3}$ et un dérivé de réduction de la ticonine, dont la formule est $C^{9}H^{11}AzO^{4}$.

» D'après les propriétés qui ont été signalées pour ces corps, ils doivent être considérés, en tenant compte des formules ci-dessus, comme des dérivés pyridyl-β-butyriques :

```
     H   H                              H   H
     C   C — CO — CH³,                  C   C — CH(OH) — CH²(OH).
   //  \ /  \                         //  \ /  \
 HC     C    CO²H                   HC     C    CO²H
  |     ||                           |     ||
 HC     CH                          HC     C
   \\  /                              \\  //
    Az                                  Az
```

Apocotinine $C^9H^9AzO^3$. — $C^9H^{11}AzO^4$.

» Pour confirmer, si cela pouvait encore paraître nécessaire, la présence d'un groupe AzH dans la nicotine, il convient de dire que cette base anhydre, chauffée à 160°-170° avec de l'aldéhyde sèche, bouillant à 21°, donne un mélange que la distillation sépare en aldéhyde non transformée et en *eau*, dont j'ai pu recueillir $7^{gr}$ dans une seule expérience. Les produits à point d'ébullition plus élevé sont constitués par de la nicotine qu'on enlève par lavage à l'eau et par une base insoluble visqueuse, ayant tous les caractères des bases dérivées d'aldéhydes, découvertes par Gerhardt, et maintenant connues sous le nom de *bases de Schiff*. Il s'agit évidemment là d'une éthylidène-nicotine dont je n'ai fait que commencer l'étude. »

## CHIMIE ORGANIQUE. — *De la fixation de l'iode par l'amidon.* Note de M. G. Rouvier.

« Mylius a montré que le composé que donne l'amidon en présence d'un excès d'iode a pour formule $(C^6H^{10}O^5)^4I$ (*Berichte Gesellschaft*, t. XX, p. 694 et suivantes). J'ai montré moi-même qu'en présence d'un excès d'amidon il se forme un composé ayant pour formule $(C^6H^{10}O^5)^8I$ (*Comptes rendus*, 7 juin 1892). En étudiant la fixation de l'iode par l'amidon suivant le procédé que j'ai indiqué (*Comptes rendus*, 18 janvier 1892), j'ai été amené à constater l'existence d'un composé intermédiaire, qui a pour formule $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^3$. Ce composé se forme quand on ajoute à de l'amidon une quantité d'iode un peu supérieure à celle qui correspond à

cette formule. Si, en effet, à des volumes déterminés et égaux d'une eau amidonnée dont on connaît la teneur en amidon, on ajoute peu à peu des quantités d'iode de plus en plus fortes, on constate qu'il reste de l'iode libre dès que l'on a dépassé la proportion d'iode correspondant à la formule $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^3$. Ce résultat est d'ailleurs corroboré par ce fait que la quantité d'iode pour laquelle il n'y a plus d'amidon libre dans la solution est toujours sensiblement égale aux $\frac{2}{3}$ de celle pour laquelle l'iode commence à être en excès.

» Il me paraît que les trois composés de l'iode et de l'amidon pourraient se formuler de la manière suivante :

$$(C^6H^{10}O^5)^{16}I^2, \quad (C^6H^{10}O^5)^{16}I^3, \quad (C^6H^{10}O^5)^{16}I^4.$$

» Il est à remarquer que c'est à cette dernière formule que Mylius avait été conduit par la considération du composé d'addition que forme, avec l'acide iodhydrique, l'iodure d'amidon, le plus riche en iode; composé que Mylius formule

$$[(C^6H^{10}O^5)^4I]^4IH. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la préparation des acides caproïque et hexylique normaux*. Note de M. J. **Tripier**, présentée par M. P. Schützenberger.

« Depuis longtemps on sait que les huiles végétales et plus particulièrement celle de ricin donnent, par l'action de l'acide azotique, de l'acide heptylique, en même temps que divers acides gras bibasiques; mais, en mettant en pratique cette oxydation, on constate que les rendements sont trop faibles pour constituer une préparation; ils atteignent à peine 10 pour 100 de l'huile employée : c'est ce qui explique le peu d'étendue de nos connaissances sur la série œnanthylique.

» Ayant dû me procurer des quantités notables d'acide heptylique, pour des recherches en cours, je me suis proposé tout d'abord d'arriver à une préparation capable de donner des rendements. Les résultats auxquels je suis arrivé à ce point de vue et la nature des acides monobasiques obtenus feront l'objet de la présente Note.

» Dans l'attaque de l'huile de ricin par l'acide azotique, l'expérience montre que la variation de concentration n'a pas d'influence notable : une grande partie de cette huile est brûlée et transformée en gaz. J'ai pensé qu'on pourrait arriver à de meilleurs résultats et localiser en quelque

sorte l'action oxydante sur la double liaison de l'acide ricinoléique, en le plaçant dans des conditions telles qu'il puisse former par addition un dérivé sulfurique.

» Après divers essais méthodiques faits dans ce but, je suis arrivé à employer un mélange oxydant formé de $2^{lit}$ d'acide azotique et de $500^{cc}$ d'acide sulfurique étendu de $2^{lit}$ d'eau. Ce n'est qu'après que ce mélange a été fait et placé dans une cornue d'environ $20^{lit}$ qu'on ajoute $1^{lit}$ d'huile de ricin. Il convient de chauffer jusqu'à ce que la masse commence à mousser et d'éteindre le feu aussitôt pour rallumer après que l'effervescence s'est calmée. Cette effervescence peut se reproduire une seconde fois; et, s'il y a projection, on introduit dans la cornue les matières qui auraient pu s'échapper. Après cette première période, qui paraît correspondre à une destruction rapide du composé formé primitivement, on peut distiller le mélange à grand feu; dans les deux premiers litres de liquide que l'on condense avec soin, se trouvent les deux tiers des acides liquides susceptibles de se former. Après séparation de l'acide par l'entonnoir à robinet, on additionne les $2^{lit}$ d'eau décantée de $500^{cc}$ d'acide sulfurique et de $2000^{cc}$ d'acide azotique, afin de constituer une nouvelle charge pour terminer l'oxydation.

» Dans les conditions qui viennent d'être indiquées, $1^{lit}$ d'huile peut donner jusqu'à $250^{gr}$ d'acides gras volatils, soit sensiblement 25 pour 100. Ce chiffre n'est pas très éloigné du rendement théorique, l'huile de ricin étant un glycéride, et la rupture à l'oxydation se faisant dans les meilleures conditions possibles, de façon à partager la molécule ricinoléique en deux fractions : l'une en $C^7$; l'autre, celle qui donne les acides bibasiques, en $C^{11}$. Le rendement en acides bibasiques non volatils a été de $500^{gr}$ soit 50 pour 100.

» Les acides volatils, obtenus dans les conditions qui viennent d'être indiqués, sont traités par un excès de soude, et le mélange est distillé à la vapeur d'eau, afin de séparer une huile non basique et assez abondante, qui a été identifiée par son point d'ébullition, 177°, avec le nitrile heptylique normal. Ce nitrile est le seul qui se produise dans la réaction.

» Les acides gras monobasiques, complètement débarrassés du nitrile, sont mis en liberté par un acide et soumis au fractionnement. Les renseignements qu'on trouve dans les auteurs sur les acides dérivés des corps gras et du ricin, sont très variables. Selon les uns, l'oxydation du ricin donnerait de l'acide heptylique pur; selon d'autres, il serait mélangé à la série des acides homologues. Dans les conditions expérimentales que je viens de décrire, on n'a jamais qu'un mélange d'acide heptylique normal et d'acide hexylique ou caproïque. En raison de l'extrême simplicité de ce mélange, il est aisé de le séparer en quelques tours de fractionnement, et l'on obtient environ 75 pour 100 du premier de ces acides, passant à 220° (non corrigé), et 25 pour 100 du second, bouillant à 206°. Les produits de tête et de queue font complètement défaut.

» En résumé, l'oxydation de l'huile de ricin par un mélange étendu d'acides sulfurique et azotique donne des rendements bien supérieurs à ceux qu'on obtient par l'acide nitrique seul. Les produits volatils sont

uniquement composés des acides hexyliques et heptyliques normaux et d'une petite quantité de nitrile heptylique pur ([1]). »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur le gallate de mercure. Nouvelle préparation antisyphilitique.* Note de MM. **Brousse** et **Gay**, présentée par M. Bouchard.

« Les bons effets obtenus par divers expérimentateurs et nous-mêmes, dans le traitement de la syphilis, par l'emploi du tannate de mercure, nous ont suggéré la pensée d'essayer un corps très voisin au point de vue chimique, le *gallate de mercure*. Nous espérions, d'abord, trouver dans ce médicament un composé plus stable et mieux défini que ne le sont les produits désignés sous le nom de *tannate de mercure*. A cet effet, nous avons préparé un gallate mercureux en précipitant une solution de nitrate mercureux par l'acide gallique, et un gallate mercurique par la réaction du même acide sur l'acétate mercurique.

» Dans le premier cas, il se précipite une poudre vert jaunâtre, qui devient vert sale foncé par dessiccation; dans le second cas, le dépôt, rouge d'abord, prend, en séchant, une couleur brune.

» Ces changements de couleur montrent déjà que ces composés ne doivent pas être plus stables que les tannates correspondants; en outre, si on les lave à l'eau chaude ou même froide, ils cèdent peu à peu tout leur acide gallique et noircissent; aussi avons-nous été amenés à préparer le *gallate de mercure* par le procédé qui nous avait déjà fourni le tannate employé dans nos expériences sur ce corps, et qui donne naissance à un composé, sinon mieux défini, du moins à teneur en mercure invariable :

| | | |
|---|---|---|
| Pr. : | Acide gallique cristallisé | 37,60 |
| | Oxyde mercurique jaune | 21,60 |

» Mêlez les deux corps par trituration dans un mortier; ajoutez $25^{cc}$ d'eau distillée, pour obtenir une pâte fluide; abandonnez le mélange dans le mortier pendant deux jours. Réduisez en poudre la masse séchée; achevez la dessiccation en l'exposant dans une cloche à acide sulfurique pendant $24^h$.

» La couleur vert noir mat de la poudre indique qu'elle est formée surtout par du gallate mercureux; la teneur en mercure métallique est de 37,17 pour 100.

» Ce médicament a été administré en pilules formulées comme suit : gallate de mercure, 0,05; extrait de quinquina, 0,10. Leur teneur en mercure est de 0,018.

» C'est cette préparation que nous avons expérimentée à la clinique

([1]) Travail fait à l'École Municipale, laboratoire de M. Étard.

dermatologique de Montpellier, à la dose de deux à quatre pilules, soit $10^{cgr}$ à $20^{cgr}$ de gallate de mercure par jour. Nous l'avons employée sur plus de trente malades, soit à la période du chancre, soit au cours des différentes manifestations secondaires.

» L'*absorption* est rapide : l'examen des urines nous a permis de déceler la présence du mercure dès les vingt-quatre heures qui suivent l'ingestion de la première dose du médicament.

» Les *effets physiologiques* ont été généralement nuls, toujours peu marqués; les malades n'ont jamais accusé de salivation accentuée, encore moins de stomatite; porté à la dose journalière de $0^{gr},20$ et administré pendant un certain temps sans interruption, ce médicament a provoqué, exceptionnellement chez quelques malades, de légères coliques qui, d'ailleurs, ont rapidement cessé par une courte interruption de la médication, laquelle a pu ensuite être reprise et continuée sans encombre jusqu'à la guérison des accidents.

» Quant aux *effets thérapeutiques,* ils se sont toujours montrés rapidement efficaces : la dose journalière de $0^{gr},10$ a été généralement suffisante pour les chancres, les accidents secondaires légers (roséole, plaques muqueuses), et leur disparition a été obtenue après quinze jours de traitement en moyenne; un mois au plus. Pour les formes plus sérieuses (papules vulvaires, anales, surtout syphilide papuleuse généralisée), la dose a dû être portée à $0^{gr},20$ et le traitement quelquefois, mais rarement, continué au delà d'un mois. Enfin, ce médicament nous a encore donné des succès dans certaines formes graves de syphylis secondaire, observées chez des alcooliques ou des cachectiques.

» En résumé, le gallate de mercure est un *antisyphilitique puissant,* pouvant figurer comme agent de la médication interne de la syphilis à côté du bichlorure et du protoiodure, et présentant le grand avantage de ne pas déterminer, aux doses thérapeutiques, d'accidents mercuriels. Aussi, sans le considérer comme une panacée de la syphilis, nous pensons que, dans les cas où les préparations classiques se trouvent contre-indiquées par suite de troubles digestifs, d'une mauvaise dentition, d'un état général cachectique, etc., ce médicament peut rendre de réels services à la thérapeutique de cette maladie. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du choléra virulent et épidémique.* Note de M. **N. Gamaleia**, présentée par M. Chauveau.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie le 20 août 1888, nous avons décrit une virulence jusqu'alors inconnue du vibrion cholérique.

» Nous avions réussi à exalter à tel point le pouvoir pathogène de l'agent

du choléra, qu'il produisait la septicémie chez les animaux d'expérience en envahissant leur sang et tous les tissus. Une goutte de sang des animaux infectés suffisait pour transmettre la maladie à d'autres. Ce microbe exalté nous a servi comme point de départ pour un certain nombre de recherches sur la vaccination, la pathogénie et l'immunité cholériques. Nous sommes très heureux de pouvoir venir affirmer que toutes ces recherches sont aujourd'hui démontrées exactes.

» D'abord, au courant de la dernière épidémie cholérique, on a pu retrouver dans différents endroits notre vibrion exalté en virulence. Nous n'avons qu'à citer à cet égard les publications de Vlaeff à Saint-Pétersbourg, de Vincenzi à Sassari, de Savtchenko à Kiev. Partout notre vibrion septicémique a été retrouvé avec les caractères que nous lui avons assignés. Puis, ce qui est plus important encore, nous avons réussi à mettre en évidence les conditions essentielles qui exaltent la virulence du microbe cholérigène.

» C'est la concentration du milieu nutritif, l'abondance en matières salines du bouillon de culture. En élevant à 3, 4, 5 pour 100 la richesse en chlorure de sodium du milieu où se multipliaient les vibrions cholériques de diverses provenances, j'en ai obtenu plusieurs races différentes, qui, tout en se distinguant l'une de l'autre par certains caractères morphologiques et biologiques, conformément à leur origine différente, concordent toutes en ce point capital, qu'elles produisent une septicémie réinoculable chez le cobaye et le pigeon.

» Cette concentration en sels du milieu nutritif, que nous avons trouvée comme une condition nécessaire à l'exaltation de la virulence du vibrion cholérique, pourrait avoir un certain intérêt épidémiologique. On sait que l'apparition et l'extension du choléra sont liées au dessèchement du sol humide, à l'abaissement du niveau d'eau souterraine. N'est-ce pas la réalisation en grand, par la nature, de la condition pathogénique que nous venons d'établir par nos recherches de laboratoire? »

ZOOLOGIE. — *Sur la Photographie sous-marine.* Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'outillage zoologique du laboratoire Arago s'est beaucoup enrichi dans ces dernières années. Grâce à la présence du vapeur qui permet d'évoluer dans la baie, même par les temps les plus calmes, grâce aussi au

scaphandre dont les marins pratiquent la manœuvre depuis plusieurs années, j'ai pu tenter mes premiers essais de photographie sous-marine. M. de Lacaze-Duthiers m'ayant encouragé dans cette voie nouvelle, nous avons fait établir les appareils nécessaires pour impressionner des plaques sensibles au fond de la mer ([1]).

» Sans entrer dans le détail des appareils employés, nous nous contenterons d'en indiquer le principe.

» Un appareil photographique quelconque, de préférence cependant, un de ces petits appareils à déclenchement qui permettent d'obtenir successivement plusieurs clichés et qui sont toujours au point à partir d'une distance donnée, est enfermé dans une boîte en métal ayant la forme d'un parallélépipède rectangle. Des lunettes formées par des verres plans enchâssés dans des bagues en cuivre sont disposées sur chacune des faces de l'appareil et correspondent aux viseurs et à l'objectif. Deux manettes placées à l'extérieur pénètrent par l'intermédiaire de presse-étoupes dans l'intérieur de la boîte et actionnent l'obturateur et le *déclencheur* des plaques.

» La boîte en métal est rendue étanche à l'aide de rondelles de caoutchouc; un ballon compensateur, fixé dans sa partie supérieure, atténue les différences de pression, en diminuant de volume quand la pression augmente à l'extérieur.

» Voilà l'appareil photo-sous-marin constitué; pour le compléter, il faut y joindre un pied robuste et des poids qui donnent de la stabilité au système tout entier, quand il repose sur le fond.

» Dans quelques cas, il est nécessaire d'ajouter un appareil d'éclairage spécial pour remplacer la lumière directe du soleil. La première lampe que j'ai utilisée avait été construite et combinée par un ingénieur électricien, M. Chaufour; nous l'avons modifiée et transformée sur place, avec l'aide du mécanicien du laboratoire Arago, de la manière suivante :

» Une lampe à alcool, allumée hors de l'eau, est placée à la partie supérieure d'un tonneau d'une capacité de $200^{\text{lit}}$ environ (réservoir d'oxygène). Elle est protégée par une cloche en verre, qui constitue le globe de la lampe et qui est solidement fixée au tonneau. En face de la lampe, on dispose un tube, en communication avec un réservoir rempli de poudre de

---

([1]) Le plan de l'appareil a été donné par mon frère, M. A. Boutan, ingénieur des Arts et Manufactures.

magnésium; ce tube communique aussi avec un ballon de caoutchouc placé en dehors du tonneau et qui joue le rôle d'un soufflet.

» Quand l'appareil est immergé, il suffit de presser plusieurs fois sur le ballon pour obtenir un courant de gaz et projeter dans la flamme de la lampe la poudre de magnésium qui achève de brûler sur un écran convenablement disposé. On peut brûler ainsi environ $3^{gr}$ de magnésium.

» Si l'on opère près du rivage, par $1^{m}$ de profondeur, par exemple, on peut immerger l'appareil sans s'immerger soi-même et obtenir cependant des épreuves satisfaisantes, après des poses d'une dizaine de minutes, par lumière directe.

» Si l'on veut opérer par grands fonds, il faut descendre en scaphandre pour installer convenablement l'appareil photographique et viser le paysage choisi. Dans ce cas, en opérant à la lumière directe, même par grand soleil, la pose doit durer environ trente minutes, par des fonds de $6^{m}$ à $7^{m}$.

» Il me paraît indispensable, dans ces conditions, pour obtenir une image nette, d'interposer entre l'objectif et le milieu eau des verres colorés. Tous les clichés satisfaisants ont été impressionnés, un verre bleu étant placé en avant de la lunettte. Un calme absolu est d'ailleurs nécessaire pour obtenir de bonnes épreuves.

» Cet inconvénient est supprimé quand on utilise la lampe au magnésium. J'ai pu me procurer des épreuves instantanées suffisantes, pendant un violent orage qui remuait le fond et par un temps sombre et obscur.

» Le défaut général des clichés obtenus consiste dans leur peu de profondeur; les arrière-plans sont presque toujours à peine indiqués. Ce défaut sera, je crois, facile à corriger et me paraît résulter de l'imperfection de l'appareil photographique que j'ai utilisé.

» Pour obtenir une image nette, j'étais obligé de placer un diaphragme très petit en avant de l'objectif : on pourrait remédier à cet inconvénient en calculant un objectif qui serait baigné en avant par le milieu spécial, l'eau de mer.

» En résumé, je crois avoir réussi à prouver :

» 1° Que l'on peut prendre aisément, à la lumière directe du soleil, des photographies du fond de la mer à une faible profondeur ($1^{m}$ à $2^{m}$), sans que l'opérateur soit obligé de s'immerger lui-même complètement;

» 2° Que l'on peut obtenir des clichés à la lumière directe du soleil par des fonds de $5^{m}$ à $7^{m}$, en allant placer l'appareil au fond de la mer à l'aide du scaphandre et en l'y laissant séjourner de trente à cinquante minutes;

» 3° Que l'on peut, à l'aide d'une source lumineuse artificielle (magnésium), prendre des vues photographiques instantanées, à une profondeur quelconque, la limite maximum dépendant uniquement de la profondeur maximum que peut atteindre le scaphandrier. »

ZOOLOGIE. — *Sur les mœurs du* Blennius sphynx, *Cuv. et Val. et du* Blennius Montagui, *Fleming* (¹). Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La construction du grand vivier d'expériences récemment annexé au laboratoire de Banyuls-sur-Mer m'a permis de faire quelques observations que j'avais vainement essayé de mener à bien jusqu'ici. Un grand nombre d'animaux côtiers, trouvant dans ce vivier un abri sûr contre la grosse mer, sont venus y faire élection de domicile : ils se trouvent là dans des conditions exceptionnellement favorables pour une observation suivie. Le *Blennius sphynx* est dans ce cas. Beaucoup d'individus de cette jolie espèce ont pénétré dans le bassin pour y faire leur nid. Les uns ont choisi les trous qui perforent en tous sens les schistes de la côte; les autres se sont établis dans les galeries percées par les tarets dans les pièces de bois qui ont servi à la construction des batardeaux.

» Le mâle du *Blennius sphynx* choisit pour y établir son nid une petite cavité à ouverture étroite, juste assez grande pour livrer passage à son corps. Sa jolie tête, noire rayée de bleu et surmontée de deux élégantes cornes jaunes, passe seule hors du trou et le petit animal reste constamment aux aguets dans cette situation; dès qu'il aperçoit une femelle cherchant sa vie dans les algues environnantes, il se hisse à demi en dehors du nid, sa nageoire dorsale épineuse extrêmement élevée et très vivement colorée se dresse verticalement; il imprime à la partie antérieure de son corps un balancement vertical dans le but non équivoque d'appeler la femelle. Si celle-ci ne répond pas à cette invitation, le mâle quitte le nid et va au-devant d'elle. Ses couleurs deviennent extrêmement vives, sa tête noircit subitement, ce qui fait encore ressortir plus nettement les filets bleus qui l'ornent; les bandes noires, jaunes et bleues des faces latérales de son corps acquièrent un éclat d'un effet saisissant et il se jette brusquement sur la femelle, en redressant sa magnifique dorsale.

» Ces démonstrations ne réussissent pas toujours à assurer le succès du petit mâle; mais, si ses appels sont écoutés, la femelle pénètre dans le nid et commence bientôt à déposer ses œufs, qui se collent aux parois du nid par l'intermédiaire de fins filaments

(¹) Les observations rapportées ici ont été faites au laboratoire zoologique de Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales).

gluants, d'origine folliculaire, annexés à la base de la coque autour du micropyle. Pendant tout le temps que dure la ponte, le mâle est plongé dans une extrême agitation. Il tourne autour de son trou pour en surveiller les abords; lorsque la femelle, complètement cachée dans le nid, laisse voir sa tête et fait mine de vouloir s'enfuir, il se précipite sur elle et la mord pour la forcer à rentrer. De temps en temps, il pénètre dans le nid; on le voit s'agiter rapidement, puis être pris d'une sorte de vif frisson, accompagné d'une légère progression en avant, qui correspond à l'émission de la semence destinée à la fécondation des œufs déposés.

» Les scènes que je viens de décrire se reproduisent jusqu'à ce que, la ponte terminée, la femelle abandonne le nid pour n'y plus revenir. Le mâle, qui est polygame, reste fidèle gardien des œufs déposés par les différentes femelles qu'il reçoit chez lui et s'acquitte de sa tâche avec une persévérance et une ténacité surprenantes.

» J'ai capturé des mâles gardant leurs œufs et je les ai transportés dans un bac de l'aquarium. Lorsque, au bout de quatorze heures et même de vingt-huit heures, je les ai rapportés à peu de distance de leur domicile, ils l'ont toujours retrouvé. J'ai pris un mâle veillant sur sa progéniture et je l'ai remis en liberté séance tenante, à $12^m$ de la planche flottante dans laquelle il avait établi son nid; cette planche était entourée d'un grand nombre d'autres, dirigées dans tous les sens et immergées à différents niveaux; cependant, au bout d'un certain temps, il était revenu à son poste. Un autre mâle, placé dans les mêmes conditions, a été transporté à $28^m$ de son nid et y est revenu une heure et demie après. Un troisième, pour revenir à ses œufs, a dû traverser le vivier qui a $50^m$ de largeur. Ces faits, et d'autres encore que je publierai bientôt, dénotent chez le *Blennius sphynx* un développement très grand de la mémoire et un attachement à ses œufs tout à fait remarquable.

» Le mâle rejette au loin, en les transportant dans sa bouche, le sable, le gravier, les coquilles ou les corps quelconques qu'on introduit dans sa demeure ou avec lesquels on bouche sa porte.

» Il entre toujours chez lui à reculons, en introduisant d'abord l'extrémité de sa queue, sur laquelle il se hale ensuite en la recourbant de manière à prendre un point d'appui sur les parois de son logis. Il poursuit avec acharnement les crevettes, qui ne manquent pas de manger ses œufs s'il a l'imprudence de les quitter pendant trop longtemps. Il chasse aussi avec fureur les poissons qui passent à proximité de son trou, surtout les autres mâles; il les poursuit et les mord, s'ils ne s'enfuient pas assez loin.

» Pour assister à une bataille, il n'est pas nécessaire d'attendre la venue d'un autre mâle. En effet, si l'on prend une glace, qu'on l'approche et qu'on l'éloigne alternativement du gardien d'un nid, on arrive facilement à le convaincre qu'il est attaqué par l'un de ses semblables; il sort alors de sa retraite, se précipite sur sa propre image en se cognant violemment le museau sur la glace et ne cesse que lorsque l'on supprime son adversaire imaginaire.

» Le *Blennius Montagui* est très abondant à Banyuls-sur-Mer. On le prend facilement à la main en fouillant dans les fentes de roches peu profondes

revêtues d'algues côtières. Mes observations, qui datent d'avril 1892, ont été faites sur des animaux vivant en captivité dans un bac de l'aquarium du laboratoire Arago.

» Le mâle, comme celui du *Blennius sphynx*, est seul chargé des soins à donner aux œufs. Il établit son nid sous une pierre à face inférieure excavée.

» Lorsqu'une femelle gravide passe à proximité de son domicile, il s'élance vers elle, agite très rapidement tout son corps pour attirer son attention et la frôle même du bout de son museau; s'il ne réussit pas, il revient à son nid : il élève et abaisse constamment toute la partie antérieure de son corps et se balance en même temps à droite et à gauche; puis il revient vers la femelle et la provoque de nouveau. Si cette dernière se laisse tenter, elle pénètre avec lui dans le nid, se renverse la face ventrale tournée vers le haut et dépose ses œufs au plafond du nid, en une couche qui le tapisse sur une grande étendue.

» Pendant ce temps, le mâle resté à son côté s'appuie et se frotte doucement contre elle; puis, tout à coup, il se renverse à son tour au plafond du nid, sa queue ondule régulièrement et finalement un tremblement accompagné d'une légère progression en avant agite tout son corps. On reconnaît là le spasme génital.

» La ponte terminée, la femelle abandonne le nid et le mâle en reste le gardien assidu. Il agite constamment ses pectorales et sa queue pour assurer le constant renouvellement de l'eau. Il chasse avec fureur les autres poissons passant trop près de lui; si par hasard l'un d'eux, même beaucoup plus grand que lui, pénètre dans son nid, il le mord, le harcèle jusqu'à ce que celui-ci s'enfuie.

» Le *Blennius Montagui* veille avec un soin extrême à la propreté du logis; il transporte au loin tous les corps étrangers qui pénètrent chez lui, poussés par les courants. Rien n'est curieux comme de le voir saisir dans sa bouche de larges fragments de coquilles et les porter le plus loin possible de son nid. On ne peut parvenir à lasser sa patience; il rejette hors de chez lui les corps étrangers qu'on y rapporte.

» Les femelles font plusieurs pontes pendant la même saison et le même mâle féconde les pontes de plusieurs femelles différentes. Le mâle ne garde sa progéniture que pendant la durée de l'incubation des œufs; les embryons éclos sont abandonnés à eux-mêmes et mènent la vie pélagique. »

HISTOLOGIE. — *Sur les noyaux cérébraux des Myriopodes.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Edm. Perrier.

« On sait quel intérêt s'attache actuellement à l'étude des éléments nerveux chez les Invertébrés. C'est en précisant les résultats ainsi obtenus par l'histologie zoologique et en les rapprochant des faits révélés par l'histogénèse, que nous pourrons arriver à élucider et à interpréter exactement

la structure comparée du tissu nerveux, structure dont tant de points demeurent encore obscurs ou incomplètement connus.

» De ce nombre est la notion des *noyaux cérébraux, noyaux ganglionnaires*, etc., indiqués chez les Articulés et spécialement dans la classe des Myriopodes, où diverses recherches ont mentionné sous ce nom des éléments que l'on présente comme des formations spéciales et de haute valeur fonctionnelle. Il suffit toutefois de comparer ces descriptions, pour constater qu'elles s'appliquent, suivant les cas, à des éléments différents, dont l'importance et l'autonomie deviennent dès lors assez douteuses.

» L'examen du sujet demandant ainsi à être repris d'une façon rigoureuse, j'ai entrepris, dans ce but, une série de recherches qui ont été surtout consacrées à diverses espèces du groupe des Chilopodes (*Lithobius forficatus, Scolopendra morsitans, Scutigera coleoptrata*, etc.). J'ai choisi ces types à dessein, parce qu'ils avaient été signalés comme offrant avec une netteté exceptionnelle les noyaux cérébraux ou ganglionnaires.

» D'après les publications auxquelles je viens de faire allusion, ceux-ci se trouveraient principalement dans le lobe frontal (¹); c'est là qu'ils se montreraient particulièrement abondants; or l'examen histologique de cette région y fait découvrir trois sortes d'éléments nerveux :

» 1° Des cellules nerveuses normales, généralement unipolaires ou bipolaires, avec un corps volumineux et un noyau globuleux dont le pouvoir chromatique varie suivant le développement de la formation nucléinienne.

» 2° D'autres cellules nerveuses, différant des précédentes par l'existence de deux ou plusieurs noyaux. Ces noyaux fixent faiblement les réactifs colorants; la formation nucléinienne s'y montre fréquemment représentée par des corpuscules ovoïdes, ainsi qu'on peut le constater avec un bon objectif à immersion.

» 3° Des petites cellules, mesurant en moyenne $4\mu$, possédant un noyau si volumineux que le corps cellulaire s'en trouve souvent réduit à une mince zone périphérique de protoplasma. Elles reproduisent assez bien l'ancien type dit *myélocyte*.

» On voit que ces divers éléments sont nettement cellulaires et qu'il est impossible d'admettre des noyaux cérébraux libres. Cette conception

(¹) Certaines réserves seraient à formuler relativement à l'emploi de ce terme et aux limites de la région qu'il sert à désigner; mais je n'ai pas à considérer ici les particularités afférentes à l'anatomie descriptive des centres nerveux chez les Myriopodes.

est sans doute née d'une étude hâtive et incomplète de la troisième forme histique qui vient d'être décrite. En réalité, partout où se montrent des noyaux, ils sont accompagnés d'une masse protoplasmique dont les frontières, pour être souvent délicates à suivre, sont néanmoins incontestables.

» L'histologie comparée des principaux groupes d'Invertébrés y avait d'ailleurs établi, dans ces dernières années (¹), l'existence d'éléments identiques à ceux qui ont été signalés chez les Myriopodes comme nouveaux et spéciaux. Il suffit, dans tous ces cas, de multiplier les observations pour voir les prétendus noyaux libres se relier, par de nombreuses formes de passage, au type normal de la cellule nerveuse; ils n'en représentent qu'une simple variété. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'anatomie et le développement de l'armure génitale mâle des Insectes orthoptères* (²). Note de M. **A. Peytoureau**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'homologie généralement admise des armures génitales des deux sexes dans le groupe des Hexapodes se trouve contredite par ce fait que les pièces solides, asymétriques dans plusieurs genres, de l'armure mâle des Orthoptères, occupent dans l'abdomen de ces Insectes une position toute différente de celle des pièces de l'armure femelle.

» Chez la *Periplaneta americana* notamment, l'histoire du développement démontre d'une façon évidente que les pièces génitales femelles dérivent de formations appartenant aux huitième et neuvième urosternites, profondément modifiés pendant la dernière mue.

» Quant aux pièces mâles, au nombre de onze, elles se présentent toutes, chez l'Insecte parfait, comme enchâssées dans une vaste membrane plissée qui, en haut, prend origine au bord postérieur du dixième urotergite, de chaque côté au bord postérieur du pleurite du neuvième urite, et, en bas, au bord postérieur du neuvième urosternite. Cette membrane de soutien obture ainsi toute la région terminale de l'abdomen; elle est percée de trois orifices, pour l'anus, le canal éjaculateur et le conduit d'une glande

---

(¹) Joannes Chatin, *Sur les myélocytes des Invertébrés* (*Comptes rendus*, 1888).

(²) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Bordeaux, dans le laboratoire de M. Kunstler, professeur-adjoint de Zoologie.

accessoire de l'appareil reproducteur. Dans cette membrane, se trouvent encore deux épaississements de forme particulière (*plaques podicales*), situées des deux côtés de l'anus et qui se sont développées avec les autres pièces solides du tégument, bien avant l'apparition des pièces génitales; Huxley considère ces lames comme un onzième zoonite abdominal, mais elles me semblent devoir être bien plutôt regardées, du moins chez les Orthoptères, comme le dixième urosternite, dédoublé en deux valves pour donner passage à l'anus.

» Si l'hypothèse de Huxley était exacte, l'ensemble des pièces de l'armure mâle formerait le dixième urosternite, mais cette opinion me paraît d'autant moins fondée, que ces pièces n'ont aucune connexion musculaire ou nerveuse avec le dixième urotergite, tandis qu'elles se trouvent, au contraire, en relations immédiates avec le neuvième urite et se présentent, les unes comme des plissements chitineux, les autres comme de simples indurations de la membrane d'union du neuvième au dixième urosternite, ce dernier représenté par les plaques podicales.

» En étudiant l'évolution de l'armure pendant la vie nymphale, on observe, à un premier stade post-embryonnaire, une membrane très légèrement chitinisée, résistante, translucide, irrégulièrement plissée, qui relie le tergite du dixième urite au sternite du neuvième et englobe le dixième urosternite. Ce n'est pas cette membrane qui donnera naissance à l'armure de l'adulte, puisqu'elle tombera lors de la dernière mue; mais elle en protège l'ébauche constituée par des bourgeons sous-jacents de tissu nouveau, recouverts par une très fine cuticule. Bien que présentant peu d'adhérence avec leur membrane protectrice externe, ces bourgeons la repoussent devant eux; aussi celle-ci offre-t-elle cinq protubérances, de tailles différentes, toutes dirigées vers l'arrière.

» A un second stade, l'ébauche de l'armure émet, toujours au-dessous de la membrane, de nouveaux bourgeons qui deviennent de plus en plus visibles. Durant la même période, les protubérances préexistantes de cette membrane s'accentuent; leur forme se modifient; elles s'infléchissent vers la droite et se chitinisent plus nettement. On constate, dès à présent, par transparence, à l'intérieur de l'avant, dernière protubérance gauche, la transformation d'un des bourgeons en ébauche bifide de la pièce dite *titillateur*, qui se trouve ainsi de beaucoup la première des pièces définitives à subir la chitinisation.

» A un troisième stade, la membrane externe se détache presque complètement de la cuticule interne et ses protubérances, sous l'effort de

l'armure qui grandit et se chitinise rapidement au-dessous d'elle, ont presque disparu. A la dissection, il est déjà facile de reconnaître toutes les pièces génitales importantes de l'Insecte parfait; les autres, celles qui se présentent chez l'adulte comme de simples indurations de la cuticule, ne sont pas encore différenciées.

» Enfin, au moment de la dernière mue, la membrane protectrice tombe et les pièces définitives sont ainsi mises à jour : celles de la partie gauche de l'armure ont seules la consistance et la taille qu'elles auront chez l'adulte; les autres n'ont pas acquis leur chitinisation complète, qui ne se produira que plus tard.

» Ce mode de développement tardif des pièces principales de l'armure mâle de la *Periplaneta americana*, aux dépens de bourgeons asymétriques de tissu hypodermique, diffère donc à la fois de la formation des plaques squelettiques et de la genèse des membres, par des points importants. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Caractères anatomiques de la tige des Dioscorées.* Note de M. **C. Queva.**

« I. Dans la tige des Dioscorées, les massifs libéro-ligneux ([1]) sont disposés sur deux rangs : un rang interne qui comprend les grands massifs réparateurs, un rang externe qui comprend les massifs sortants. Chaque feuille reçoit de la tige trois faisceaux du rang externe.

» II. Les trois faisceaux qui pénètrent dans la feuille en forment cinq à la base du pétiole. Chacun des faisceaux *intermédiaires* ([2]) résulte de la réunion d'un lobe issu du médian avec un lobe issu du latéral du même côté.

» III. Chacun des trois faisceaux qui se rendent dans la feuille n'est que la portion antérieure d'un massif du rang externe. Au moment de l'émission du faisceau foliaire, le massif du rang externe se divise en trois parties, une antérieure qui sortira dans le pétiole, et deux postéro-latérales qui s'écartent pour laisser passer le faisceau foliaire.

---

([1]) Je n'emploie pas l'expression *faisceau*, pour bien spécifier que je ne considère pas ces massifs comme des faisceaux simples, mais bien comme des groupes dans la constitution desquels interviennent plusieurs faisceaux.

([2]) Ces faisceaux sont situés à droite et à gauche du faisceau médian, entre celui-ci et le faisceau latéral de chaque côté.

» IV. L'insertion du bourgeon axillaire se fait par trois groupes vasculaires, un médian et deux latéraux. Le groupe vasculaire médian comprend une branche insérée sur les deux réparateurs qui enserrent le faisceau médian M et deux branches insérées sur les portions postéro-latérales du massif M. Les deux groupes latéraux sont symétriques; chacun d'eux se compose de trois branches, dont deux s'insèrent sur les lobes postéro-latéraux du massif sortant latéral, et une sur les réparateurs voisins de ce sortant latéral.

» V. Les massifs libéro-ligneux de la tige ont la valeur de systèmes anastomotiques. En effet :

» 1° Le liber de ces massifs forme de deux à six groupes distincts;

» 2° Dans la différenciation, le liber apparaît en plusieurs points dans chaque massif;

» 3° Chez le *Dioscorea illustrata*, chacun des massifs réparateurs se compose d'un faisceau antérieur et d'une masse postérieure qui, dans les idées généralement admises, équivaut au moins à un faisceau;

» 4° Dans la différenciation du massif réparateur du *D. illustrata*, on voit se former une première trachée dans le faisceau antérieur; ultérieurement un pôle ligneux apparaît dans la masse postérieure du réparateur;

» 5° Chaque massif sortant se divise au nœud en trois parties, dont l'antérieure sort comme faisceau foliaire, les autres restant dans la tige;

» 6° En suivant le parcours des faisceaux dans certains rameaux du *D. Batatas*, on voit des massifs réparateurs se former par la superposition radiale de deux massifs tous deux pourvus de trachées antérieures. Le massif résultant de cette réunion est un réparateur ordinaire, avec trachées dans sa pointe antérieure seulement. On observe ce fait lorsqu'à une région nodale la portion antérieure d'un réparateur vient se placer en avant d'un massif externe.

» VI. Le type moyen du parcours des faisceaux se trouve réalisé dans les rameaux de *Tamus communis* L., dont le cycle est $\frac{3}{8}$ sénestre. Un rameau de cette force présente huit systèmes réparateurs. Un faisceau médian $M_n$ naît au nœud $n-5$ de la droite du réparateur situé à sa gauche, c'est-à-dire qu'il parcourt cinq entrenœuds avant sa sortie. Il en est de même du faisceau latéral gauche. Un faisceau latéral droit $D_n$ naît au nœud $n-3$ de la droite du réparateur situé à sa gauche. Le faisceau médian et le latéral gauche parcourent donc cinq entrenœuds de la tige avant leur sortie, tandis que le faisceau latéral droit n'en parcourt que trois. Cet état moyen est modifié quand le cycle change ou lorsque le calibre de la tige varie.

» Naegeli a décrit chez le *Tamus* quatre exemples de parcours qui se rapprochent beaucoup de notre type moyen. L'un de ces exemples a été figuré depuis par M. Bucherer qui, à l'exemple de Naegeli, comprend dans la trace foliaire les groupes vasculaires qui représentent l'insertion latérale du bourgeon axillaire.

» Le *Testudinaria elephantipes* présente un parcours identique à celui du *Tamus*, mais le cycle est dextre.

» Chez le *Dioscorea Batatas* Desne., les feuilles peuvent être alternes ou verticillées par 2, 3 ou 4. Mais il y a lieu de distinguer entre les rameaux qui présentent accidentellement des verticilles de feuilles et ceux dont tous les nœuds portent régulièrement le même nombre de feuilles. Ces derniers rameaux sont vraiment verticillés et pour ainsi dire régularisés. Les tiges les plus fortes du *D. Batatas* ont 12 réparateurs et 12 sortants; leurs feuilles sont verticillées par 3. Les tiges verticillées par 2 ont 8, 6 ou 4 réparateurs, suivant qu'elles sont plus ou moins grosses. De même, lorsque le cycle est de $\frac{2}{5}$, le nombre des réparateurs est de 10 ou de 5. Les tiges fournies par la germination des bulbilles ont le cycle $\frac{1}{2}$ et 2 ou 4 réparateurs : ce sont les plus réduites. Enfin, lorsque le cycle est de $\frac{3}{8}$, on a 8 réparateurs et le parcours est identique à celui du *Tamus*, mais le cycle est ordinairement dextre. Dans ce cas, on observe fréquemment de faux verticilles formés par le rapprochement de 2 ou 3 termes du cycle. Ces variations peuvent être aussi observées chez le *D. sinuata*, le *D. illustrata*.

» Naegeli a décrit et figuré deux exemples du parcours des faisceaux chez le *D. Batatas;* ce sont des rameaux grêles, l'un avec feuilles verticillées par 2, l'autre avec feuilles alternes disposées suivant le cycle $\frac{2}{5}$. M. Beauvisage a décrit le parcours des faisceaux dans un rameau à feuilles verticillées par 2. Les faisceaux sont au nombre de 16, dont 8 réparateurs et 8 sortants. C'est le cas normal des rameaux verticillés par 2 du *D. Batatas*. D'après cet auteur, tous les autres dispositifs seraient des anomalies.

» Le cycle est de $\frac{2}{5}$ dextre chez le *D. multicolor*, où l'on a 5 réparateurs et 5 sortants. Avec le même cycle on a chez le *D. illustrata* un nombre de réparateurs presque toujours inférieur; il est souvent de 3.

» Les tiges à feuilles verticillées par 2 se rencontrent normalement chez les *D. alata*, *D. repanda*, *D. salicifolia*, *D. anguina*.

» Les *Rajania pleioneura*, *R. cordata*, *R. angustifolia* m'ont montré 5 réparateurs et 5 sortants avec cycle $\frac{2}{5}$ dextre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Développement de l'Arachide.* Note de M. A. **Andouard**, présentée par M. Dehérain.

« J'ai pu suivre à peu près complètement, en 1892, l'évolution de l'Arachide, grâce à des envois réguliers de cette légumineuse à l'état vert, qui m'ont été adressés par une compagnie franco-hollandaise, propriétaire d'un domaine important à El Salieh, dans la Basse-Égypte. La fin de l'été ayant été marquée par un refroidissement relatif et inusité de la température, la plante n'a peut-être pas atteint tout le développement dont elle est susceptible. Toutefois, les semences présentaient un poids normal, et normale aussi était la proportion de matière grasse qu'elles avaient élaborée. Je me crois donc autorisé à penser que, si la maturation des fruits a été un peu retardée, les différentes étapes de la vie végétative qui la préparent se sont accomplies sans perturbation physiologique sérieuse, et qu'on peut les considérer comme normales.

» S'il en est ainsi, l'Arachide croît avec une assez grande lenteur pendant la première moitié de son existence. La vitesse de son allongement devient maximum pendant le quatrième mois, puis elle diminue sensiblement jusqu'à la fin du sixième mois, c'est-à-dire jusqu'au terme, sans cesser d'être mesurable. A ce moment, elle avait atteint $0^{m},655$ en longueur, sur les sujets que j'ai eus entre les mains.

» Je n'ai pas l'intention de faire la description botanique de la plante. Je veux seulement signaler les tubercules bactériphores dont ses racines sont couvertes. Ces tubercules ont échappé à l'attention des premiers observateurs. Mais Chaumeton en 1814, Poiteau en 1853, les ont figurés dans leurs travaux, sans y attacher d'importance, il est vrai, leur rôle physiologique n'étant pas connu à cette époque. Après des témoignages aussi précis, on serait surpris de voir Eriksonn en nier l'existence, dans un Mémoire publié en 1874, si M. Gain n'avait démontré qu'ils ne se forment que dans un sol humide. Toutes les racines venues d'El Salieh, où l'irrigation est pratiquée d'une manière méthodique, étaient criblées de tubercules pisiformes de cette nature, ce qui vient confirmer l'explication précédente.

» En raison de l'état d'enchevêtrement inextricable dans lequel me sont parvenues les plantes, il n'a pas été possible de prendre le poids de chacune d'elles isolément; non plus, par suite, de déterminer la propor-

tion totale de leurs éléments constituants. J'ai dû limiter les recherches à la fixation de leur composition centésimale à différentes époques de leur croissance.

» Toutes les parties de l'Arachide sont sucrées, la racine surtout, ce qui avait fait dire à Frémont qu'elle peut remplacer celle de la réglisse. L'assimilation n'était pas entièrement exacte; il ne se forme de glycyrrhizine à aucun moment dans aucun de ses organes. On n'y trouve pas davantage de glucose.

» Le seul sucre qu'elle contienne semble être un *saccharose*. Il est dextrogyre et il ne réduit qu'après inversion le tartrate cupropotassique. Sa proportion centésimale prend, vers le 150e jour, un maximum correspondant à

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4,00 | pour 100 | pour | le péricarpe, |
| 6,00 | » | » | la semence, |
| 8,33 | » | » | la tige, |
| 12,00 | » | » | la racine. |

» Au delà de ce terme, la quantité de sucre diminue de moitié, parfois même des deux tiers, suivant l'organe considéré.

» L'*amidon*, disséminé dans tous les tissus et particulièrement facile à étudier dans les semences, est très ténu, assez régulièrement orbiculaire, à hile central, punctiforme et fréquemment éclaté jusqu'à la périphérie, ce qui donne au granule un aspect rayonné tout spécial. Il augmente de quantité, du commencement à la fin de la végétation, dans la tige et dans la racine, tandis qu'il suit une progression inverse partout ailleurs. Cette progression, très accusée dans le fruit, est déguisée dans les feuilles par des alternatives d'augmentation et de diminution, qui révèlent bien le transport de l'amidon dans toutes les parties de la plante.

» Les *substances protéiques*, en voie d'accroissement dès les premiers jours, cessent bientôt d'augmenter dans la tige et dans la racine et plus vite encore dans les feuilles, diminuent même jusque vers l'évolution florale, pour reprendre ensuite une marche ascensionnelle à peu près continue. Dans le fruit, le mouvement ne cesse pas d'être ascendant.

» Il en est tout autrement pour les *principes azotés non protéiques*. Ceux-ci s'amoindrissent tout d'abord, puis ils tendent vers un maximum peu élevé coïncidant avec le début de la fructification, et finalement ils déclinent sans retour. Toutefois, leur proportion est encore assez notable dans le fruit mûr, ce qui me semble dû à la présence de l'asparagine et peut-être d'un autre amide.

» La *substance grasse*, formée partout en même temps, éprouve un accroissement général jusqu'à la fructification. A ce moment, sa proportion centésimale est brusquement et fortement réduite, dans les organes végétatifs, tandis qu'elle grandit très rapidement dans les semences, où l'on en trouve jusqu'à 52 pour 100, lorsqu'elles sont très développées.

» Le maximum des *principes pectiques* se manifeste entre la sixième et la neuvième semaine, pour les organes de végétation. Il diminue ensuite régulièrement, pour se relever d'une manière sensible aux approches de la récolte. Dans le fruit, son atténuation se poursuit jusqu'à la maturité. A ce moment, le péricarpe en construit encore une proportion importante, alors que dans les semences ils ont été complètement métamorphosés.

» Les *éléments minéraux* sont relativement abondants, pendant le jeune âge, dans la racine et dans la tige. Ils subissent presque aussitôt, dans celle-ci, une réduction d'un cinquième, suivie d'une recrudescence vers la période florale. A la maturité, ils ont baissé de 35 pour 100 dans la racine et de 14 pour 100 dans la tige. Les feuilles en contiennent une quantité plus uniforme, légèrement surélevée à la fin de la floraison. Tandis que le fruit voit décroître progressivement sa quantité initiale.

» Leur total, dans les organes végétatifs, est, à l'origine, un sixième du poids du sujet, ainsi que l'indiquent MM. Dehérain et Bréal, pour les plantes herbacées.

» Parmi ceux de ces éléments qui n'ont pas pu être dosés, figure l'*ammoniaque*, ou une amine simple, dont on trouve des traces dans toutes les parties de la plante ; puis l'*acide azotique*, intermittent dans la racine, dans la tige et dans les feuilles, à peine perceptible dans le péricarpe et complètement absent des semences. »

AÉROSTATION. — *Sur un essai de l'hélice à propulsion verticale.* Note de M. **Mallet**, présentée par M. Janssen.

« Le 14 juillet dernier, j'ai été assez heureux pour exécuter, dans le cours d'une ascension aérostatique, des expériences intéressantes, à l'aide d'une hélice propulsive imaginée et disposée par M. Langlois, conseiller municipal de la ville de Saumur, dans le but d'imprimer au ballon une vitesse verticale. Ce genre d'application a été déjà indiqué et tenté, à différentes reprises, notamment par MM. Van Hecke et Bowdler, mais dans des conditions différentes, et d'une façon plus compliquée.

» L'hélice-lest Langlois, qui avait $2^m,30$ de diamètre, tournait autour d'un arbre vertical, fixé par deux vis à une des parois de la nacelle. Je lui ai imprimé une vitesse de 100 tours par minute, et j'ai obtenu pendant cette minute une surélévation de $100^m$ de mon ballon, qui avait un cube de $800^m$ et que j'avais préalablement mis en équilibre. Nous étions à bord trois personnes, M. Langlois, M. Chaussepied et moi.

» Recommencée à différentes reprises par mes deux voyageurs, l'expérience de l'hélice-lest a toujours donné des résultats identiques. Le mouvement circulaire était imprimé à la manivelle par l'opérateur sans produire aucune oscillation gênante. Mais la multiplication de mouvement produite par les engrenages n'était que de 2 pour 1, et l'on ne pouvait imprimer à l'hélice motrice que $1\frac{1}{3}$ tour par seconde, ce qui est loin de suffire. M. Langlois se propose de doubler ou tripler ce nombre dans les prochaines expériences. Les hauteurs obtenues étaient évaluées au baromètre, et chaque fois que le mouvement de l'hélice cessait, le ballon revenait à son niveau primitif.

» La rotation imprimée au ballon n'a pas été gênante. Sa vitesse n'a été que de $\frac{1}{240}$ de tour par seconde. On peut estimer qu'en une minute le ballon avait acquis un mouvement giratoire représentant environ 15 kilogrammètres pour un rayon de $6^m$. La giration a donc absorbé un travail moyen de $\frac{1}{4}$ de kilogrammètre par seconde. Il m'est impossible d'évaluer le travail nécessité par la surélévation de mon ballon, car je ne connais pas la valeur du frottement qu'il exerçait sur l'air.

» Afin d'évaluer le travail utile que je produisais, j'ai eu l'idée d'employer l'hélice-lest à relever un bout de mon guide-rope, qui avait $30^m$ de longueur et pesait $110^{gr}$ le mètre courant. Je me suis approché à $20^m$ de terre. A ce moment, une longueur de $30^m$ traînait sur le sol. J'ai relevé ce bout de cordage en agissant sur l'hélice. Cet effet s'est produit avec une vitesse décroissante, et au bout d'une minute tout le guide-rope avait quitté terre. L'hélice-lest avait soulevé le ballon de $30^m$ et développé sur l'air, pour relever le guide-rope, un effort total que j'évaluerai à 50 kilogrammètres, sans tenir compte des frottements latéraux produits par le glissement de la corde sur le sol, et la résistance offerte par l'air à la réascension du ballon.

» Je crois le procédé que j'ai appliqué susceptible d'applications nombreuses pour les expériences scientifiques, et c'est dans ce but que je prends la liberté de le signaler.

» Séduit par les charmes d'une magnifique ascension nocturne qu'il a

exécutée l'an dernier, de Saumur à Guérande, M. Langlois s'est proposé de prouver sa reconnaissance à la navigation aérienne en mettant à la disposition des aéronautes un agrès simple et susceptible de s'adapter à toute espèce de nacelle. Il n'a aucunement la pensée d'en tirer le moindre avantage personnel.

» L'hélice-lest ne pèse que $6^{kg}$, avec son arbre, ses coussinets et la planche qui sert à la fixer. On la démonte en enlevant les deux vis qui l'attachent à la planche. Lors de l'atterrage, une minute suffit pour exécuter cette opération et l'attacher au cercle.

» M. Langlois et moi, nous avons l'intention de continuer ces expériences, et de déterminer le diamètre et la vitesse à donner à l'hélice pour utiliser le mieux possible la force musculaire des aéronautes.

» Nous avons aussi en vue d'exécuter à l'aide de cet agrès des expériences scientifiques sur le rendement des hélices et la résistance de l'air.

» Nous nous ferons un devoir de tenir l'Académie au courant des résultats que nous obtiendrons. »

M. L. **Descroix** adresse une Note intitulée : « Contribution à l'étude du phénomène de l'oscillation diurne barométrique ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 24 juillet 1893.)

Note de M. *Cornu* :

Page 228, ligne 13 en remontant, *au lieu de* diagramme focal, *lisez* diaphragme focal.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 7 AOUT 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Heising** adresse, de Pittsbourg, un Mémoire relatif à une « Nouvelle chronologie ».

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Cornu.)

M. A. **Rapinat** adresse un Mémoire relatif à un « Nouveau moteur ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Boussinesq.)

M. G. **Perrin** adresse une Note relative à un remède contre le croup.

(Commissaires : MM. Larrey, Bouchard.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *J. Daniel*, intitulé : « Les explosifs industriels, le grisou et les poussières de houille. » (Renvoyé au concours Montyon, Arts insalubres.)

### OPTIQUE. — *Sur les maxima périodiques des spectres*. Note de M. **Aymonet** (1).

« Avant d'exposer la théorie qui explique les formules

(1) $$\Delta = \frac{nl}{C},$$

(2) $$C = \frac{kn}{\Delta}\sqrt[3]{\frac{e}{d}},$$

---

(1) Je profite de cette publication pour relever une faute commise dans ma Note, aux *Comptes rendus*, 14 mars 1892.

» Par erreur, au moment de l'expérience, j'ai relevé la limite rouge obscure du spectre du sel gemme à 30' de la raie D; c'est à 40' de cette raie qu'il faut la placer, comme je l'ai vérifié depuis, grâce à l'obligeance de M. Bouty, qui a bien voulu me remettre entre les mains le prisme de sel gemme dont je m'étais servi au laboratoire de Desains. Cette erreur ne modifiait en rien les positions relatives des maxima dans le spectre prismatique, puisque la limite $r - o$ me servait d'origine; mais en altérant la courbe en $(n, \lambda)$, elle conduisait à des valeurs défectueuses de $\Delta$ et $n$, par suite de $l$ et C.

» La courbe en $(n, \lambda)$, après correction, est

| Distances angulaires.. | 0' | 10' | 20' | 30' | 40' | 50' | 60' | 70' | 80' | 90' | 96' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ ................. | 0μ,588 | 0,616 | 0,656 | 0,709 | 0,778 | 0,871 | 0,997 | 1,167 | 1,389 | 1,674 | 1,879 |

et l'on trouve alors

$$\Delta_{\text{moy.}} = 0^{\mu},0352, \qquad n_{\text{moy.}} = 1,53305, \qquad l = 0^{\mu},02997, \qquad C = 1,3053,$$

en prenant pour la densité du sel gemme, non pas 2,26, nombre tiré de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* et dû à Dana, mais 2,1725, densité réelle de mon prisme, déterminée dernièrement à la température de 28°.

» En acceptant, pour mon flint et mon crown, C = 1,3053, j'ai trouvé, par la formule (2), que leurs équivalents moléculaires sont 2020,1 et 693,95.

où C est une constante voisine de $\sqrt{\frac{2}{3}}$, $k = 0{,}01$, $\Delta$ la distance en $\lambda$ de deux maxima consécutifs, $l$ le diamètre de l'espace moléculaire (à la température de l'expérience) de la matière du prisme, $e$ l'équivalent moléculaire de cette matière, $d$ sa densité, $n$ son indice de réfraction pour la portion du spectre où $\Delta$ est mesuré, je vais citer les lois expérimentales qui m'ont conduit à cette théorie.

» I. Un système réfringent, donnant, avec une source déterminée, un spectre lumineux d'apparence continue, fournit un spectre calorifique présentant des maxima et des minima très accentués.

» II. Les maxima sont sensiblement équidistants en $\lambda$, leur intervalle $\Delta$ croît légèrement avec la réfrangibilité.

» III. Les positions de ces maxima, tout en conservant à très peu près leurs distances réciproques, changent avec la température de la source, par suite, avec celle de la matière du prisme, matière chauffée par la source; c'est à cet échauffement qu'est dû le déplacement.

» IV. Les maxima observés par Desains dans le spectre solaire coïncident tous, exactement et sans exception, avec les maxima que j'ai trouvés, avec les mêmes appareils, dans le spectre de la lampe Bourbouze.

» V. Les maxima calorifiques situés dans la partie lumineuse d'un spectre ne répondent pas forcément à des bandes et raies brillantes, et réciproquement; et les minima ne correspondent pas toujours à des bandes ou raies noires, et réciproquement; ces faits ont été signalés expressément et à plusieurs reprises par Melloni; ils sont très faciles à constater.

» VI. Dans mes spectroscopes, le prisme étant toujours la pièce la plus rapprochée de la pile, si l'on interpose, entre lui et la source, une substance quelconque, on a un spectre d'absorption dont tous les maxima, sans exception, se trouvent dans le spectre obtenu sans son interposition; les places des maxima seules changent quand la nature de la matière intercalée varie, mais ils coïncident toujours avec des positions des maxima précédents. Il n'en est plus de même si la substance est située entre le prisme et la pile. Les premiers spectres d'absorption sont donc des spectres par résonance, de la matière constituant le prisme.

» VII. Les maxima observés ne sont pas dus à des phénomènes d'interférence.

» VIII. Les positions des maxima périodiques ne dépendent que de la nature de la matière constituant l'écran diathermane le plus rapproché de la pile; elles sont indépendantes et de la nature de la source, et de la

nature des matières interposées entre la source et le dernier écran, et de la nature même du noir de fumée recouvrant la pile.

» IX. Les indices de réfraction apparents des liquides et leurs pouvoirs diathermanes apparents dépendent de la nature de la matière constituant les parois du prisme ou du cylindre qui renferme ces fluides. »

OPTIQUE. — *Sur le spectre calorifique de la fluorine*. Note de M. **E. Carvallo**, présentée par M. Lippmann.

« Le 23 mai, M. Lippmann m'a fait l'honneur de présenter à l'Académie une Note sur le spectre calorifique de la fluorine. L'intérêt de cette Note était, en première ligne, l'application d'une méthode perfectionnée pour atteindre, avec plus de vitesse, une précision plus grande dans les déterminations d'indices calorifiques; en deuxième ligne, une confirmation des résultats antérieurement établis par M. Mouton et par moi relativement au terme de dispersion de Briot; enfin des données que je croyais nouvelles sur la fluorine. Je me fais un devoir de rectifier cette erreur : MM. Rubens et Snow, de Berlin, travaillaient le même sujet et m'ont devancé dans ces déterminations, que j'avais projetées depuis longtemps. La concordance des déterminations est complète et elle est d'autant plus remarquable que la méthode employée est très différente. L'Académie voudra bien reconnaître que cette double étude n'est pas superflue, en raison de l'importance que MM. Boussinesq et Poincaré ont publiquement accordée aux résultats qu'elle met en évidence relativement au terme de dispersion de Briot.

» M. Rubens emploi le bolomètre et moi une pile thermo-électrique différentielle. C'est une disposition mécanique qui assure à M. Rubens le minimum de déviation du prisme, alors que j'emploie un procédé optique. Ce sont les maxima et minima d'intensité du spectre cannelé qui servent de repères aux physiciens de Berlin; j'utilise au contraire les points intermédiaires où la dérivée de l'intensité est maximum. Enfin l'origine du spectre cannelé est différente : alors que j'emploie, à l'exemple de M. Mouton, une lame de quartz, parallèle à l'axe, placée entre un polariseur et un analyseur dont je reçois les deux images sur les deux moitiés de la pile différentielle, M. Rubens fait interférer les deux rayons réfléchis sur les deux faces d'une mince couche d'air, emprisonnée entre deux lames transparentes. L'avantage de cette méthode est de permettre l'usage exclusif

de corps très diathermanes, sel gemme et fluorine. Cet avantage a permis aux habiles expérimentateurs de Berlin de pousser leurs investigations jusqu'à une limite inespérée $\lambda = 8\mu$. On ne saurait trop rendre justice à leur habileté.

» Voici une Table que m'a communiquée M. H. Rubens, pour la comparaison de nos observations entre elles et avec la formule que j'ai calculée :

| | Indices de réfractions $n$ observés par | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\lambda$. | Carvallo. | Rubens. | Rubens et Snow. | $n$ calculés. | Différence $10^{-4}$. |
| $0{,}637^{\mu}$ | 1,43292 | 1,4330 | 1,4330 | 1,43295 | + 0,2 |
| 0,777 | 1,43096 | 1,4309 | 1,4310 | 1,43095 | 0,0 |
| 1,009 | 1,42904 | 1,4290 | 1,4290 | 1,42903 | — 0,2 |
| 1,187 | 1,42804 | 1,4280 | 1,4210 | 1,42800 | + 0,1 |
| 1,444 | 1,42676 | 1,4269 | 1,4268 | 1,42674 | + 0,8 |
| 1,849 | 1,42460 | 1,4249 | 1,4247 | 1,42488 | — 1,5 |
| 2,000 | » | 1,4243 | 1,4241 | 1,4238 | + 4,0 |
| 3,000 | » | 1,4190 | 1,4188 | 1,4179 | + 10,0 |
| 4,000 | » | » | 1,4119 | 1,4100 | + 19,0 |
| 5,000 | » | » | 1,4055 | 1,3995 | + 60,0 |
| 6,000 | » | » | 1,3990 | 1,3868 | +122,0 |
| 7,000 | » | » | 1,3907 | 1,3715 | +192,0 |
| 8,000 | » | » | 1,3799 | 1,3538 | +261,0 |

» On le voit, la concordance est parfaite pour la région commune à nos observations. Les nombres de MM. Rubens et Snow s'écartent ensuite de la formule à mesure que $\lambda$ grandit. A cela, rien que de très naturel, l'extrapolation étant énorme ; mes observations ne permettaient pas de calculer le terme de Briot avec une précision suffisante pour maintenir la concordance. Je reviendrai sur le calcul de la formule, dès qu'il me sera possible. »

OPTIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière dans le brome liquide.* Note de M. Charles Camichel, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé, dans les expériences que je vais décrire, d'étudier l'absorption de la lumière dans le brome liquide.

» Ce corps absorbe très énergiquement les radiations lumineuses, surtout les plus réfrangibles (ainsi une épaisseur de brome d'une longueur d'onde et demie de la raie D absorbe déjà très énergiquement la raie verte du thallium, une épaisseur six fois plus grande absorbe tellement la même radiation que les mesures deviennent difficiles).

» Chaque expérience comprend : la mesure de l'épaisseur d'une mince couche de brome, et une série de déterminations photométriques. L'appareil dont je me sers est le spectrophotomètre de M. Gouy [1], que M. Bouty m'a très obligeamment prêté.

» *Cuve à brome.* — J'introduis une goutte de brome dans la mince couche d'air comprise entre deux plaques de verre servant à obtenir les anneaux de Newton. Ces plaques sont serrées dans une monture à vis, elles reposent sur le chariot d'une machine à diviser, qui permet de les déplacer devant l'un des collimateurs du spectrophotomètre.

» *Mesure des épaisseurs.* — Il faut, avant d'introduire [2] le brome, mesurer l'épaisseur moyenne de la couche d'air aux points où elle est traversée par les rayons lumineux qui pénètrent dans le collimateur, et cela pour différentes positions du chariot : l'observation des anneaux de Newton en lumière monochromatique et quelques dispositifs qu'il serait trop long de décrire m'ont permis d'y arriver.

» *Expériences photométriques.* — Deux faisceaux lumineux partent d'*une même source*. Le premier traverse le collimateur à nicols, le deuxième traverse d'abord la cuve à brome, puis le collimateur ordinaire.

» Ces deux faisceaux fournissent deux plages, que j'amène à l'égalité :

» 1° Quand la cuve est vide;

» 2° Quand elle est pleine [3].

» Soient $I_1$ et $I_2$ les intensités correspondantes du deuxième faisceau.

» *Résultats.* — Si je porte en abscisses les épaisseurs et en ordonnées les valeurs correspondantes de l'expression $\log \frac{I_2}{I_1}$, j'obtiens des droites qui ne passent pas à l'origine.

» Ainsi, pour la raie verte du thallium, je trouve :

| Épaisseurs en demi-longueurs d'onde de la raie D. | 9. | 12. | 15. | 18. | 20. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{2}\log\frac{I_2}{I_1}$ observé........ | −0,1347 | −0,1800 | −0,2313 | −0,2756 | −0,3080 |
| $\frac{1}{2}\log\frac{I_2}{I_1}$ calculé en supposant que la courbe est une droite....... | −0,1340 | −0,1820 | −0,2290 | −0,2765 | −0,3078 |
| Différence... | +0,0007 | −0,002 | +0,002 | −0,0009 | +0,0002 |

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII.

(2) J'ai vérifié que l'introduction du brome ne produisait aucune variation sensible dans la distance des deux plaques.

(3) Je n'insiste pas ici sur les moyens employés pour éliminer les causes d'erreur provenant des franges par transmission.

» L'absorption de la lumière dans les couches minces de brome suit donc *la loi exponentielle* (dans mes expériences, les épaisseurs employées ont varié entre 0,5 et 60 longueurs d'onde du sodium).

» Le coefficient angulaire de la droite est le coefficient d'absorption; sa distance à l'origine dépend des réflexions aux diverses surfaces.

» En construisant les droites pour diverses radiations, j'ai obtenu les coefficients d'absorption correspondants. Voici quelques nombres :

| | Raie du sodium | | Raie du thallium |
|---|---|---|---|
| Longueurs d'onde. | $0^{cm},0000589$. | $0^{cm},0000569$. | $0^{cm},0000535$. |
| Coefficient d'absorption rapporté au centimètre...... | $0,517 \times 10^3$ | $0,981 \times 10^3$ | $2,49 \times 10^3$ (1) |

CHIMIE. — *Sur l'origine de l'oxygène atmosphérique.* Note de M. T.-L. **Phipson**.

« Je demande la permission de faire connaître à l'Académie les résultats de quelques expériences entreprises depuis quelques années, dans mon laboratoire à Londres, relativement à la constitution chimique de l'atmosphère terrestre.

» On peut admettre que l'atmosphère primitive ne contenait pas d'oxygène libre, puisqu'on trouve des sulfures et du graphite, corps combustibles, dans les roches primitives. D'après feu le Dr Koene, longtemps professeur de Chimie à l'Université de Bruxelles, il ne contenait que de l'azote et de l'acide carbonique, dont la quantité a graduellement diminué à mesure que celle de l'oxygène a augmenté.

» J'ai voulu voir comment se comporteraient les plantes de nos jours dans le gaz acide carbonique, dans l'azote, dans un mélange de ces deux gaz, et dans l'hydrogène. Les expériences ont porté sur des plantes des genres *Poa, Agrostis, Trifolium, Myosotis, Anthirrhinum* et *Convolvulus*. De toutes ces plantes, le *Convolvulus arvensis* est la meilleure pour ce genre d'expérience, à cause de ses petites dimensions et de la rapidité de son accroissement. J'avais d'ailleurs constaté, il y a dix ans (*Chemical News*, 1883), que des plantes microscopiques végétant dans l'eau de fontaine (*Protococcus pluvialis* et *P. palustris*) peuvent être transformées, pour ainsi dire, en véritables fabriques de gaz oxygène.

(1) Ce Travail a été fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

» Mes observations relatives à ce sujet intéressant ont paru dans le *Chemical News* de Londres (juin et juillet 1893). Dans toutes ces expériences, les racines des plantes plongeaient dans un sol fertile, ou dans de l'eau contenant de l'acide carbonique libre, ainsi que toutes les substances nécessaires à la végétation, et placée dans l'obscurité, tandis que la partie supérieure de la plante était exposée dans une cloche graduée à la lumière constante du ciel nord. La température a varié, pendant toute la durée des expériences, de 15° à 26° C. pendant le jour.

» J'ai constaté que, dans l'acide carbonique, les plantes peuvent vivre pendant quelque temps, mais qu'elles ne prospèrent point. Dans l'hydrogène, la végétation semble moins gênée; mais l'hydrogène est graduellement absorbé (brûlé par l'oxygène sécrété par la plante) et au bout de peu de semaines ce gaz a presque entièrement disparu. Dans l'azote, le *Convolvulus arvensis* peut vivre assez longtemps, si l'on a soin d'entretenir de l'acide carbonique libre dans l'eau qui joue le rôle de sol fertile. Dans l'azote contenant un tiers d'acide carbonique, la végétation prospère assez bien, et après quelques semaines la composition de l'atmosphère s'est rapprochée un peu de celle de l'air, sans que le volume ait changé.

» Or, si j'essaye de me transporter par la pensée aux âges primitifs du globe, je dois admettre, avec plusieurs savants, que la chaleur a dû d'abord empêcher la formation de tout composé chimique, la matière du globe étant alors à l'état d'atomes libres; mais, à mesure que la terre se refroidissait, les éléments se sont combinés selon les lois de l'affinité, et finalement la surface de la terre a été entourée d'une atmosphère de gaz azote, substance qui n'a pas de tendance à se combiner directement avec les autres corps. C'est dans cette atmosphère primitive de gaz azote que, depuis des temps incalculables, les végétaux ont versé du gaz oxygène, jusqu'au moment où l'air a atteint la composition que nous lui connaissons aujourd'hui. Le gaz oxygène de l'air est donc le résultat de la vie végétale (qui a dû, nécessairement, précéder la vie animale), et les végétaux l'ont emprunté au gaz acide carbonique, que nous devons regarder comme un produit volcanique.

» L'atmosphère primitive d'azote était sans doute plus riche en acide carbonique, dû à l'action volcanique, que ne l'est l'atmosphère terrestre de nos jours. »

CHIMIE. — *De l'isomorphisme dans les aluns anhydres.* Note de M. T. **Klobb**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. Lorsque l'on fond avec du sulfate d'ammoniaque de l'oxyde, du chlorure ou du sulfate de chrome, de l'acide chromique ou du bichromate d'ammoniaque, on peut retirer successivement de la masse refroidie : 1° un sulfate double $(SO^4)^3Cr^2, 3[SO^4(AzH^4)^2]$; 2° de l'alun anhydre $(SO^4)^3Cr^2, SO^4(AzH^4)^2$. Tous deux sont cristallisés, le premier en petits prismes aciculaires, le second en tables hexagonales.

» Le produit ainsi obtenu répond à la formule

$$(SO^4)^3Cr^2, 3[SO^4(AzH^4)^2].$$

C'est une poudre vert pâle à froid, rose fleur de pêcher à chaud; les aiguilles dont elle est formée peuvent avoir $0^{mm},1$ de long. Insoluble dans l'eau froide, elle est à peine attaquée par l'eau bouillante, les acides ou les alcalis faibles et bouillants.

» Chauffée à 350°, elle ne se décompose pas : au rouge, elle perd facilement tous ses éléments volatils et laisse de l'oxyde.

» En prolongeant davantage la fusion avec le sulfate, on voit les cristaux aciculaires se redissoudre petit à petit pour faire place à des tables hexagonales, qu'on isole de la même façon que le sel précédent. On peut chauffer sans inconvénient jusqu'à volatilisation complète du sulfate d'ammoniaque.

» On obtient ainsi *l'alun de chrome* anhydre

$$(SO^4)^3Cr^2, SO^4(AzH^4)^2;$$

il se forme constamment dans l'attaque de la plupart des composés du chrome; le sesquichlorure violet lui-même se dissout; seul l'oxyde $Cr^2O^3$ cristallisé résiste à l'action du fondant.

» Poudre cristalline vert clair, composée de tables hexagonales régulières atteignant $0^{mm},05$ à $0^{mm},07$ de diamètre, dans les conditions où je me suis placé. C'est un sel très stable; l'eau, les acides, les alcalis bouillants n'ont aucune action sur lui. Une lessive de potasse de 1,3 de densité, ne l'attaque que très lentement à l'ébullition. A 350° il ne se décompose pas, mais prend une coloration rose violacée passagère; il ne se détruit complètement qu'au rouge vif. A la différence du sesquichlorure violet $Cr^2Cl^6$ il ne se dissout pas dans l'eau si l'on ajoute une petite quantité de protochlorure de chrome ou d'étain.

» Il eût été intéressant de voir si ce sel se comporte comme les aluns partiellement déshydratés de M. Recoura (¹), en un mot si l'on peut le

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 477.

considérer comme du *chromosulfate* d'ammoniaque $[Cr^2, 4SO^4](AzH^4)^2$. Mais comme il est insoluble, cette vérification n'est guère possible.

» II. En présence de ces résultats, j'ai cherché à obtenir l'alun chromico-potassique anhydre en fondant le sel hydraté ordinaire avec un excès de sulfate d'ammoniaque. L'expérience, tentée sous cette forme, n'a pas donné le résultat attendu; par contre, j'ai obtenu des cristaux hexagonaux, d'aspect identique aux précédents, et contenant à la fois du potassium et de l'ammonium. L'analyse montre que l'on se trouve en présence de mélanges isomorphes :

$$(SO^4)^3Cr^2, SO^4\begin{pmatrix}K\\AzH^4\end{pmatrix}^2.$$

» Enfin, en prenant, par exemple, 1 partie d'alun de chrome, 4 parties de sulfate de potasse, 4 parties de sulfate d'ammoniaque, et chauffant jusqu'à ce que ce dernier soit entièrement volatilisé, il se forme un sel vert, en longues aiguilles soyeuses, qui répond à la formule

$$(SO^4)^3Cr^2, 3(SO^4K^2):$$

c'est le *kalisulfate de chrome* de M. Étard ([1]), probablement isomorphe avec le sel ammoniacal correspondant que j'ai décrit à l'instant. Peut-être doit-on envisager ces deux sels comme des *chromotrisulfates* alcalins ([2]) :

$$[Cr^2, 6SO^4]M^2, \quad (M = K \text{ ou } AzH^4);$$

mais ce sel de potasse est lui-même insoluble, de sorte qu'on ne peut pas savoir si le chrome et l'acide sulfurique y sont dissimulés.

» On pouvait prévoir la possibilité de remplacer, dans les cristaux hexagonaux, l'ammonium par du sodium; c'est à quoi l'on arrive, en effet, en chauffant avec le fondant du sulfate de chrome (ou de l'alun violet chromico-ammonique) et du sulfate de soude. Le produit obtenu, de la formule

$$(SO^4)^3Cr^2, SO^4\begin{pmatrix}Na\\AzH^4\end{pmatrix}^2,$$

renferme des proportions variables de sodium.

» Dans toutes ces opérations, il ne se forme de cristaux que d'une espèce seulement (à condition de prolonger suffisamment la fusion); ces cristaux d'alun mixtes sont homogènes, inattaquables par l'eau bouillante. Calcinés, ils laissent un mélange de sulfate alcalin et d'oxyde de chrome (et une trace de chromate). La seule forme observée au microscope est le

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV (1877).
([2]) *Ibid.*, t. CXIV, p. 477.

prisme hexagonal aplati à contours réguliers. Il y a donc isomorphisme, dans ces aluns, entre les métaux alcalins.

» III. Le procédé de cristallisation décrit plus haut a déjà été appliqué avec succès à la production d'autres sulfates, soit par moi-même, soit par MM. Lachaud et Lepierre; nos premiers résultats ont d'ailleurs été publiés à peu de jours d'intervalle. MM. Lachaud et Lepierre, notamment, ont obtenu les sels ferriques

$$(SO^4)^3Fe^2, 3[SO^4(AzH^4)^2] \quad \text{et} \quad (SO^4)^3Fe^2, SO^4(AzH^4)^2;$$

le premier cristallise en petits prismes courts, le second, qui est de l'alun de fer anhydre, en tables hexagonales. (Ces composés, à la différence de ceux du chrome, sont attaqués assez promptement par l'eau froide.) Si on les fond avec du sulfate d'ammoniaque (ou mieux leurs éléments respectifs), ils s'unissent entre eux en toutes proportions. Les cristaux mixtes

$$(SO^4)^3\begin{pmatrix}Cr\\Fe\end{pmatrix}^2, SO^4(AzH^4)^2$$

sont d'un jaune verdâtre variable, à contours hexagonaux bien nets. Ils sont d'autant moins attaquables par l'eau et d'autant plus difficilement décomposables par la chaleur qu'ils contiennent plus de chrome.

» Il restait à isoler enfin l'alun d'alumine anhydre. Par fusion du sel hydraté avec du sulfate d'ammoniaque, il se forme : 1° de gros prismes courts et cannelés; 2° des tables hexagonales. Puis, si l'on chasse le sulfate d'ammoniaque en excès, il ne reste plus que du sulfate d'alumine basique plus ou moins décomposé. Les hexagones représentent sans doute l'alun anhydre, mais il est difficile de les isoler; ils se dissolvent dans l'eau et dans l'alcool étendu, la solution abandonne par évaporation de l'alun octaédrique ordinaire. Par contre on obtient facilement, en combinant les aluns deux à deux, des cristaux mixtes

$$(SO^4)^3\begin{pmatrix}Cr\\Al\end{pmatrix}^2, SO^4(AzH^4)^2, \quad (SO^4)^3\begin{pmatrix}Fe\\Al\end{pmatrix}^2, SO^4(AzH^4)^2.$$

Les cristaux ne contenant que l'atome de chrome pour l'atome d'alumine sont insolubles dans l'eau bouillante aussi bien que l'alun de chrome pur. En revanche, les combinaisons (Fe, Al) sont attaquées très rapidement.

» En résumé donc :

» 1° Les deux anhydres, aussi bien que ces mêmes sels hydratés, sont isomorphes; ils cristallisent ensemble en toutes proportions.

» 2° Leur forme cristalline est celle d'un prisme hexagonal régulier. Il

est difficile de décider quant à présent si cette forme est simplement pseudo-hexagonale.

» 3° Ces conclusions ont été vérifiées pour les oxydes $Cr^2O^3$, $Al^2O^3$, $Fe^2O^3$ d'une part, $K^2O$, $Na^2O$, $(AzH^4)^2O$ de l'autre. »

BOTANIQUE. — *Influence des radiations solaires sur les végétaux* (1). Note de M. G. Landel, présentée par M. Duchartre.

« Je me suis proposé d'étudier l'influence exercée sur les végétaux par les variations d'intensité des radiations solaires au point de vue de la tige, de la fleur, du fruit, et des divers pigments qui colorent le plus souvent ces organes.

» Ces quelques remarques portent sur des plantes observées dans la nature, à l'ombre et au soleil, ou cultivées expérimentalement dans les mêmes conditions.

I. — Plantes récoltées dans la nature.

» *Buphtalmum salicifolium.* — Un grand nombre d'individus sont récoltés les uns au soleil, les autres à l'ombre, le même jour, et dans des sols de composition à peu près identique. L'humidité est sensiblement la même des deux côtés.

» Les individus pris au soleil avaient des tiges entièrement colorées en rouge; les fleurs étaient d'un jaune foncé. La tige des individus pris à l'ombre était complètement verte, et les fleurs étaient de couleur jaune pâle.

» Le nombre des capitules sur chaque individu était à peu près le même de part et d'autre. Mais la numération des fleurs faite exactement pour chaque capitule m'a donné deux moyennes très différentes :

| | |
|---|---|
| Soleil | 155 |
| Ombre | 140 |

» Ces différences se répartissent à peu près proportionnellement sur les fleurs en languette et les fleurs en tube. Les ligules sont sensiblement plus grandes à l'ombre qu'au soleil :

| | | |
|---|---|---|
| Soleil : | moyenne | 17$^{mm}$,1 |
| Ombre : | » | 18$^{mm}$,5 |

» *Solidago Virga-aurea.* (Les divers échantillons ont été récoltés dans des conditions analogues). — Pour la coloration des tiges et celle des fleurs, les diffé-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

rences sont les mêmes que précédemment. Il en est de même pour le nombre de fleurs dans chaque capitule :

| | | |
|---|---|---|
| Soleil : | moyenne | 20 |
| Ombre : | » | 17 |

» Mais dans cette espèce, le nombre des capitules est bien plus considérable pour les échantillons récoltés au soleil. Les fleurs en languette sont plus grandes à l'ombre.

» *Eupatorium cannabinum.* — Au soleil, non seulement les tiges, mais encore les feuilles, les pédicelles et les involucres sont colorés en rouge violacé. Les fleurs sont d'un rose vif.

» A l'ombre, les fleurs sont presque blanches; les autres parties ci-dessus mentionnées sont complètement vertes. Le nombre des capitules est plus considérable au soleil, mais le nombre des fleurs par capitule, qui d'ailleurs n'est que de 5 ou 6, est à peu près le même des deux côtés.

» *Torilis Anthriscus.* — La coloration rouge des tiges et des fruits, très marquée au soleil, n'existe pas à l'ombre.

» Le nombre des fleurs est le même de part et d'autre. Mais la moyenne suivante fait voir que le nombre des fruits est plus élevé au soleil, plus de la moitié des akènes avortant chez les individus qui poussent à l'ombre :

| | | |
|---|---|---|
| Soleil : | moyenne des fruits | 83 par ombelle |
| Ombre : | » | 54 » |

» *Epilobium parviflorum.* — La coloration rouge des tiges existe à l'ombre et au soleil. Le nombre des graines dans chaque fruit est beaucoup plus considérable au soleil.

| | | |
|---|---|---|
| Soleil : | moyenne | 189 |
| Ombre : | » | 146 |

II. — Expériences.

» Les plantes suivantes ont été obtenues au moyen de graines semées le même jour dans des pots semblables, et arrosées de façon à obtenir de part et d'autre une humidité à peu près égale.

» *Spilanthes fusca.* — Les tiges n'ont pas de coloration rouge. Le nombre des capitules est plus considérable au soleil; la moyenne des fleurs dans chaque capitule atteint aussi un nombre plus élevé :

| | | |
|---|---|---|
| Soleil : | moyenne | 252 |
| Ombre : | » | 203 |

» *Œnothera biennis.* — Au soleil, les tiges sont rougeâtres à la base seulement; à l'ombre, elles sont complètement vertes. Le nombre des fleurs à l'ombre et au soleil est dans la proportion de deux à trois.

» *Polygonum Fagopyrum.* — Les tiges sont complètement rouges au soleil; à l'ombre, elles le sont dans toute leur moitié inférieure. Le nombre des fleurs est plus grand au soleil.

» *Sinapis alba.* — Au soleil, les tiges sont fortement colorées en rouge violacé; les pétales des fleurs sont franchement jaunes. A l'ombre, les tiges sont faiblement colorées en rouge et les pétales sont d'un jaune pâle. Le nombre des fleurs est plus élevé au soleil; les pétales ont à l'ombre une longueur un peu plus considérable.

» *Conclusions.* — Les variations d'intensité des radiations solaires semblent donc toujours agir dans le même sens sur les végétaux, au point de vue de la quantité des fleurs et de la proportion du pigment rouge qui colore les diverses parties de la plante. Ces variations présentent une importance très inégale suivant les espèces. Chez quelques-unes, le pigment rouge est bien développé à l'ombre, tandis que d'autres, dans les mêmes conditions, restent complètement vertes. L'inflorescence chez certaines espèces ne paraît pas subir à l'ombre de modification sensible; chez d'autres, le nombre des fleurs est moindre; chez certaines Composées, enfin, cette réduction porte non seulement sur le nombre des fleurs, mais encore sur celui des capitules.

» Cette diminution du nombre des fleurs dans les plantes qui poussent à l'ombre a pour conséquence un amoindrissement dans la fonction reproductrice; mais ce résultat peut également être atteint d'une façon plus directe par une diminution du nombre des graines dans les fruits, ou encore par l'avortement des fruits eux-mêmes. »

BOTANIQUE. — *Les bulbilles des Dioscorées.* Note de M. C. Queva.

« 1. La bulbille du *Dioscorea Batatas* Decsne, très jeune, se présente sous la forme d'un gros bourgeon axillaire. Le point de végétation de ce bourgeon est recouvert par une bractée sans faisceau, dont les bords sont étroitement accolés, mais non concrescents. Dans cette espèce, l'aisselle de la feuille renferme deux ou trois bourgeons placés l'un derrière l'autre; les deux bourgeons antérieurs fournissent des tiges axillaires, c'est le bourgeon postérieur qui fournit la bulbille. Il se renfle en un organe à peu près sphérique, sur lequel on aperçoit une proéminence qui est le point de végétation du bourgeon. D'autres éminences plus petites, dispersées sur toute la surface, marquent la place de racines dont le point de végétation est tout formé au-dessous de la surface. La croissance de la bulbille ne se produit pas également sur toute sa périphérie; sa face postérieure se renfle beaucoup plus que sa face antérieure, de sorte que, le point d'attache et le point de végétation restant voisins, l'organe paraît courbé à la manière d'un ovule anatrope.

» 2. La surface de la bulbille est tout d'abord formée par l'épiderme du bourgeon. Pendant le développement, cet épiderme se déchire, et il est remplacé par un liège issu d'un cambiforme superficiel. Sauf cette production subéreuse superficielle, la bulbille est entièrement formée par des tissus primaires. Lorsque le bourgeon qui lui donne naissance commence à se renfler, ses tissus ne sont pas encore différenciés, les faisceaux sont à peine indiqués. Toute la masse de la bulbille provient du cloisonnement des tissus jeunes du petit bourgeon. Il n'y a pas de méristème localisé. Les tissus sont plus avancés que l'état méristématique, les cloisons se faisant dans des directions constantes.

» 3. Le système vasculaire de la bulbille se compose, au niveau du hile, de deux faisceaux larges, à bois antérieur et liber postérieur. En avançant dans la bulbille, ces faisceaux se divisent une ou deux fois; l'organe a donc quatre ou cinq faisceaux qui vont directement du hile au bourgeon. Sur ces faisceaux s'insèrent des anses vasculaires qui s'y attachent par leurs deux extrémités. Ces anses vasculaires sont des faisceaux unipolaires. Tout le tissu fondamental intercalé entre les faisceaux est à l'état de cellules parenchymateuses remplies d'amidon. On trouve des cellules à raphides, allongées parallèlement à la surface, dans la région externe du tissu fondamental cortical.

» 4. Les bulbilles ne se forment guère que sur les tiges grêles.

» Quand on bouture le *Dioscorea Batatas* en plaçant dans le sol un rameau bulbifère, la bulbille commence par se renfler, puis sa région inférieure s'allonge et pénètre dans le sol. Il en résulte un organe allongé, renflé à son extrémité inférieure. Cet accroissement se produit par un méristème séparé de la surface par quelques assises subéreuses.

» 5. La bulbille peut être double chez le *D. Batatas*, lorsque deux bourgeons axillaires concrescents interviennent dans sa constitution. Dans ce cas, la bulbille est formée ordinairement de deux sphères accolées, l'une située à droite, l'autre à gauche du pétiole. Chaque renflement porte un point de végétation.

» 6. Chez l'*Helmia bulbifera* Kunth, la bulbille est normalement constituée par la coalescence de trois bourgeons axillaires, placés l'un derrière l'autre. La bulbille se développe comme celle du *D. Batatas*. La forme est un peu différente, mais les tissus ont la même valeur. Le liège superficiel forme une couche plus épaisse. Les points de végétation de racines sont nombreux et forment des séries plus ou moins régulières sur la surface. La bulbille est généralement réniforme, un peu étranglée dans sa région

médiane qui est enserrée entre le pétiole et la tige. Les points de végétation des bourgeons primitifs restent dans le plan de symétrie de l'organe qui coïncide avec celui de la feuille. Sur la bulbille développée, le point de végétation du bourgeon postérieur est placé sur la face inférieure de la bulbille, le point de végétation du bourgeon moyen sur sa face supérieure, le point de végétation du bourgeon antérieur reste à proximité du point d'attache.

» 7. La bulbille des Dioscorées résulte donc de l'accroissement d'un bourgeon axillaire ou de plusieurs bourgeons concrescents, hypertrophiés dans leur région inférieure. »

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 14 AOUT 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Lœwy**, en présentant à l'Académie un Volume intitulé : « Recherches sur la détermination des constantes des clichés photographiques du ciel », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un Volume qui renferme l'ensemble des recherches que j'ai entreprises relativement à la Carte photographique du ciel. Le but de ces travaux était de rendre réalisable, par une méthode exacte et rapide, la construction du Catalogue qui doit contenir les positions précises de plusieurs millions d'étoiles; ces positions nous feront connaître, non seulement les mouvements propres des astres et les mouvements de divers systèmes stellaires, mais encore les

changements qui se manifesteront, par la suite des temps, sur la voûte céleste, au point de vue de l'existence des étoiles.

» Dès le début de cette grande entreprise, des progrès notables ont été réalisés dans la construction de la Carte du ciel, et l'on peut déjà prévoir dans un avenir très prochain, dans une dizaine d'années tout au plus, l'achèvement de l'œuvre purement photographique; mais il n'en est pas de même pour la publication du Catalogue qui doit en être la conséquence et qui est destiné à présenter aux savants les résultats se prêtant directement aux recherches astronomiques.

» Pour nous rendre compte de toute l'étendue des labeurs que provoquent les mesures et les calculs, prenons comme exemple un seul des clichés du Catalogue.

» La pose photographique ne réclame qu'une dizaine de minutes, mais la détermination seule des coordonnées rectilignes des images nécessite le travail assidu de trois personnes pendant trois à quatre jours.

» Cette première série d'opérations faite, il s'agit de réduire les résultats ainsi trouvés, c'est-à-dire d'affranchir d'abord les mesures micrométriques effectuées des erreurs physiques et instrumentales, et d'établir ensuite un mode de correspondance uniforme et précis entre les positions des astres dans le ciel et les images des clichés.

» Si l'on avait suivi le projet primitivement mis en avant pour la détermination des constantes des plaques photographiques, il aurait fallu recourir à de nombreuses séries d'observations méridiennes nouvelles et à des travaux de longue haleine dont il était impossible de prévoir la fin.

» Dans ces conditions, le succès de l'entreprise serait devenu très douteux. C'est pour échapper à ce danger que j'ai proposé une méthode qui remédie à ces inconvénients et qui résoud le problème posé d'une manière prompte et rigoureuse.

» Les membres de la Commission compétente ayant adopté en principe cette méthode nouvelle, j'ai dû lui donner le développement le plus complet et l'adapter à tous les cas qui pourront se présenter. Je ne reviens pas aujourd'hui sur l'idée fondamentale de la méthode, elle a été indiquée antérieurement à l'Académie.

» Dans le présent Volume, j'expose la théorie définitive relative à la réduction générale et au procédé de rattachement des clichés voisins pour constituer l'équivalent d'un grand cliché. Je fournis une Note sur la distribution des étoiles de repères dans l'espace et un exemple qui permet de

se rendre compte du peu d'étendue des opérations numériques du raccordement et, en outre, tous les renseignements qui peuvent intéresser les astronomes au point de vue de l'exécution pratique. »

BOTANIQUE. — *Sur une Truffe du Caucase, la Touboulane;* par M. A. Chatin.

« Une main bienveillante (restée inconnue) m'adressait, au mois d'octobre dernier, coupé dans un journal russe, un article signalant l'existence au Caucase, dans les environs de Choucha, district de Djebrailski, d'une Truffe assez abondante pour remplir, dans la région, un rôle important comme matière alimentaire, avoir un marché ouvert dans les grandes villes du Caucase, notamment à Bakou et à Tiflis, et pouvoir même, en raison de l'extrême modicité de son prix (5 à 10 kopecks, 4 à 8 centimes la livre russe de $409^{gr}$), devenir un article d'exportation en Europe.

» Désireux de connaître cette Truffe, qui ne pouvait manquer d'offrir quelque intérêt, soit qu'elle se rapprochât des espèces d'Europe, ou, plus probablement, en raison des latitudes des lieux, des Terfàs d'Afrique et Kamés d'Arabie, j'exprimai à M. Auzepi, consul de France à Tiflis, le désir d'en avoir quelques spécimens.

» M. le consul voulut bien, dans une réponse qui ne se fit pas attendre, m'informer que la Truffe de Choucha, désignée au Caucase sous le nom de *Touboulane,* se récoltait au printemps, et qu'il emploierait ses relations à me l'envoyer dès la prochaine récolte.

» La promesse a été bien tenue, et, le 12 mai, M. le consul m'annonçait l'envoi, par la malle des Affaires étrangères, d'un certain nombre de Touboulanes récoltées dans le district de Djebrailski. M. Auzepi ajoutait que : « cette année les Touboulanes ont été si rares, en raison de l'insuffisance des pluies, qu'il a eu quelque peine à s'en procurer, et qu'elles n'ont pu faire leur apparition ni sur le marché de Bakou, ni sur celui de Tiflis ».

» On remarquera le grand rôle reconnu aux pluies, pour la production truffière, au Caucase comme en Europe et en Afrique. Mais, tandis que nos Tubéracées d'Europe, dont la maturation a lieu en général fin d'automne et en hiver, réclament des pluies d'été, celles du Caucase, d'Arabie et d'Afrique, espèces de printemps, sont favorisées par les pluies d'hiver ou de

premier printemps; ce qui indique assez que c'est vers la première période du développement des Truffes que s'exerce plus spécialement l'action bienfaisante des pluies.

» La saison (le printemps) de maturation des Touboulanes, à peu près la même que pour les Terfâs d'Algérie et les Kamés d'Arabie, semblait indiquer que leurs analogies botaniques seraient plutôt avec ceux-ci qu'avec les Truffes d'Europe : ce que justifie pleinement l'examen que je viens d'en faire.

» Du volume d'une grosse noix (volume qu'on peut regarder comme étant au-dessous de la moyenne en raison de la sécheresse du printemps), les Touboulanes sont irrégulièrement rondes ou en forme de poire, leur base atténuée paraissant être seule hypogée à la maturation, comme cela a lieu le plus souvent pour les Terfâs.

» La coloration, d'abord faible, se fonce par la dessiccation, plus sur le périderme que dans la chair, encore comme dans les *Tirfezia*, à l'exclusion des *Tirmania*, qui restent blancs.

» La chair, assez homogène (observée sur le sec), ne renfermait au moment de mon étude (qui n'a eu lieu qu'environ deux mois après la récolte) que des spores libres, toute trace des sporanges ayant disparu : fait à rapprocher de celui offert par l'une des deux sortes de Truffes (*Tirfezia Boudieri*, var. *arabica*) de Damas.

» La saveur et l'arome des Touboulanes sont d'ailleurs agréables, mais faibles comme dans tous les Terfâs et Kamés.

» Les spores, quelquefois encore par groupes de huit, comme elles ont dû l'être dans les sporanges, sont rondes et non oblongues, ce qui suffit à éloigner les Touboulanes des *Tirmania* et à les classer dans les *Tirfezia*.

» Parmi ceux-ci, leurs analogies sont principalement avec le *Tirfezia Boudieri*, le plus répandu des Terfâs d'Afrique, et avec le *Tirfezia Boudieri* var. *arabica* de Damas. Des différences existent toutefois, qui, peut-être insuffisantes pour faire admettre comme espèce la Tubéracée du Caucase, justifient bien sa distinction comme variété, variété que je propose de dénommer *Tirfezia Boudieri* var. *Auzepii*, la dédiant, comme témoignage de ma reconnaissance, au très distingué [1] consul de France à Tiflis.

» Le *Tirfezia Boudieri* var. *Auzepii* a pour caractères essentiels : des spores à surface relevée de gros reliefs rappelant ceux du *Tirfezia Boudieri*

[1] M. Auzepi est bien connu comme un savant numismate et archéologue.

*arabica,* le diamètre de ces spores étant, d'autre part, seulement égal à celui des spores du *Boudieri* d'Afrique.

» Dans celui-ci, comme dans l'*Auzepii,* le diamètre des spores ne dépasse pas 20-25 μ, tandis qu'il est de 26 à 30 μ dans l'*Arabica.*

» Les gros reliefs, à sommet arrondi, de l'*Ausepii* n'ont d'ailleurs, comme ceux de l'*Arabica,* aucune ressemblance avec les reliefs en forme de dents d'engrenage du *Tirfezia Leonis.*

» Comme on le voit, le *Tirfezia Boudieri Auzepii* se place entre l'*Arabica* et le type *Boudieri* d'Afrique, empruntant à celui-là les gros reliefs de l'épispore, à celui-ci le petit diamètre des spores.

» La très grande diffusion, sur le globe, du *Tirfezia Boudieri* et de ses variétés récoltées à ce jour : dans toute l'Afrique du nord, du Maroc à Tunis et des déserts aux hauts plateaux ; en Asie, dans les sables d'Arabie et le Caucase, est un fait de Géographie botanique intéressant.

» Si j'ajoute que le *Tirfezia Claveri* qu'apportent à Damas les caravanes du désert m'a été envoyé du Sahara et des hauts plateaux (Sétif, Saint-Arnaud); que le *Tirfezia Leonis* d'Algérie est commun aux environs de Smyrne, on est conduit à regarder les Tubéracées comme étant peut-être, de toutes les plantes, celles qui ont sur la terre l'aire géographique la plus étendue. Après elles viendraient les espèces aquatiques, puis les végétaux terrestres épigés, enfin les plantes aériennes ou épiphytes.

» L'examen chimique de la Touboulane n'a pu être complet, par l'insuffisance des matériaux.

» Ont été toutefois très approximativement dosés : l'azote, le phosphore, la potasse, la chaux et la magnésie. La proportion de ces corps est, en centièmes de la matière sèche, la suivante :

| | |
|---|---|
| Azote | 3,80 |
| Acide phosphorique | 17,00 |
| Potasse | 14,00 |
| Chaux | 7,40 |
| Magnésie | 3,60 |

» Ces dosages, encore inférieurs à ceux de la Truffe de France (*Tuber melanosporum*), l'emportent sensiblement sur les dosages correspondants chez les Terfâs.

» La proportion de la magnésie est toujours élevée, comme l'a constaté le professeur Gayon, même dans les Truffes provenant de terres peu magnésiennes. Ce fait a même suggéré à M. Gayon l'idée que la terre à Truffes par excellence serait celle qui contiendrait le plus de magnésie.

» Ont été constatés qualitativement : le fer, le chlore, l'iode et le soufre. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Étude sur l'origine microbienne de l'infection purulente chirurgicale.* Note de MM. **S. Arloing** et **Ed. Chantre.**

« Il est naturel d'attribuer l'infection purulente chirurgicale (la seule que nous visions dans cette Note) à la dissémination dans l'organisme des microbes producteurs habituels de la suppuration ; pourtant les observateurs ne sont pas unanimes sur cette question. Deux points appelaient particulièrement de nouvelles études. Nous avons pu les entreprendre, grâce à un accident exceptionnel depuis l'usage des méthodes antiseptiques et aseptiques.

» En raison des caractères cliniques qui souvent distinguent une suppuration simple d'une autre compliquée d'infection purulente, quelques personnes crurent que l'agent pathogène de cette infection n'est pas un microbe pyogène ordinaire.

» Le terme *septico-pyémie*, employé par beaucoup de chirurgiens pour désigner l'infection purulente, laisse supposer que celle-ci ne relève pas exclusivement d'un agent pyogène, mais de l'action combinée de microbes pyogènes et septiques. M. Pasteur, après avoir fait connaître son diplocoque pyogène des eaux communes, en 1878, émit l'idée que le mélange du microcoque au vibrion septique produirait une infection purulente septicémique ou une septicémie purulente, ce dernier jouant le rôle de propagateur pour le premier. Le microscope a plusieurs fois démontré, dans les lésions pyémiques de l'homme, des micrococci et des bacilles ; mais les observateurs ont varié sur l'attribution du rôle principal. Birch-Hirschfeld pense que les micrococci sont plus dangereux que les bactéries. Au contraire, Ranke, Cheyne, frappés de la présence des micrococci dans des plaies traitées antiseptiquement et à marche régulière, accordent le rôle principal aux bacilles.

» On doit à Heiberg, Baumgarten, Cornil et Babès des observations où le microbe actif était exclusivement un microcoque. Seulement, alors que pour Baumgarten ce microorganisme serait ordinairement le streptocoque, pour Cornil et Babès, il serait un staphylocoque.

» On a donc attribué l'infection purulente chirurgicale, soit à un microbe pyogène spécial, peu probable et que l'on n'a pas encore montré, soit au mélange d'un bacille ou du vibrion septique aux microbes pyogènes ordinaires, soit à l'action pure et simple de l'un de ces derniers.

» Les observations de Heiberg, de Baumgarten, de Cornil et Babès, et d'autres encore, sans exclure l'existence possible de la septico-pyémie, où la septicémie se présente elle-même comme une complication de la pyémie, établissent que l'intervention d'un bacille septique n'est pas indispensable à la production de l'infection purulente; néanmoins, nous étayerons ce fait de nouvelles preuves. Reste à savoir pourquoi les agents pyogènes ordinaires, dont les effets si souvent sont localisés, deviennent aptes à produire des généralisations redoutables. En 1875, M. Chauveau a montré que tous les pus, mêmes putrides, ne peuvent pas causer d'accidents métastatiques; douze échantillons de pus seulement sur une centaine ont entraîné expérimentalement l'infection purulente; les pus ordinaires, peu phlogogènes, faiblement pyrogènes, sont presque inaptes à produire l'infection. L'étude de M. Chauveau démontre donc que le pus ou, comme nous dirions aujourd'hui, l'agent pyogène a besoin de subir une modification pour devenir infectant, sortir de son foyer et aller créer au loin des lésions métastatiques. Quelle est cette modification? Faire connaître le résultat de nos investigations sur ce point, tel est le second objet principal de cette Communication.

» I. *L'adjonction d'un microbe septique aux agents pyogènes n'est pas nécessaire à la genèse de l'infection purulente.* — Nous nous sommes plus spécialement occupés du vibrion septique dont l'intervention avait été signalée explicitement. Des pus de bonne nature et des cultures pures du staphylocoque pyogène ont été inoculés au lapin, dans le sang et sous la peau, isolés ou mélangés au vibrion septique, sans parvenir à créer des foyers métastatiques.

» L'un de nous a étudié, en 1881, les lésions de l'infection purulente sur un opéré mort à l'Hôtel-Dieu de Lyon. La sérosité purulente des accidents pulmonaires contenait des micrococques isolés, couplés ou caténulaires, et des bacilles plus ou moins allongés. Inoculée sous la peau du lapin et du cobaye, elle fit périr seulement le premier, en provoquant au point d'inoculation un amas purulent riche en micrococques et en bacilles, et un épanchement péritonéal contenant exclusivement des streptocoques. Étant connue la grande vulnérabilité du cobaye à la septicémie, on peut affirmer

que le bacille présent dans les foyers purulents de ce malade n'était pas le vibrion septique.

» Enfin, dans un cas d'infection purulente naturelle, développé sur le cheval et que nous avons étudié grâce à l'obligeance de M. Peuch, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, nous n'avons trouvé que le streptocoque : 1° au sein du foyer primitif développé au voisinage d'une plaie faite pour l'opération de la castration; 2° dans la sérosité purulente des grandes séreuses; 3° dans les abcès secondaires occupant les ganglions lymphatiques de l'entrée de la poitrine. La culture du sang, du pus, des sérosités diverses recueillis sur le malade, confirma absolument les examens microscopiques directs.

» II. *Les microbes pyogènes doivent revêtir une virulence particulière pour produire l'infection purulente chirurgicale.* — Dans les cas examinés par nous, l'agent pyogène était le streptocoque. Avec le pus du cheval, ne renfermant pas d'autres microbes, nous avons provoqué sur le chien des abcès sous-cutanés mortels et, par injection intraveineuse, des arthrites multiples suppurées. Les cultures de deuxième et troisième générations, récentes, inoculées au lapin de plusieurs manières, ont également déterminé, sur un sujet ou sur un autre, des accidents pyémiques. Le streptocoque pyogène, dans cet exemple, possédait donc à un haut degré l'aptitude à engendrer des lésions purulentes généralisées. L'occasion était excellente pour chercher l'influence à laquelle il devait cette propriété.

» Nous savons qu'en telle occurrence, il est inutile de s'attacher à l'abondance des streptocoques dans le foyer primitif, puisque l'infection purulente succède parfois à de très petites inoculations. Force est donc de songer à une modification de la virulence habituelle du microbe, avant ou après son arrivée dans les tissus lésés. Pour l'apprécier, nous avons puisé un terme de comparaison dans les études que l'un de nous avait faites ou vu faire par M. Chauveau sur la septicémie puerpérale.

» Ces études ont établi péremptoirement que toutes les formes de l'infection puerpérale sont dues au streptocoque pyogène, agissant tantôt avec un degré de virulence particulier tantôt avec un autre, et déterminé les caractères de l'infection sur le lapin et le cobaye suivant le mode d'activité du streptocoque.

» Or, en inoculant dans le péritoine du lapin le pus du cheval, ou les streptocoques retirés de ce pus par culture, nous avons produit une maladie foudroyante et des lésions semblables à celles que détermine le strep-

tocoque puerpéral quand il atteint son plus haut degré de malignité sur la femme. Les tableaux des inoculations pratiquées par d'autres voies, avec le streptocoque des deux provenances, chez les deux espèces animales susnommées, ont toujours été superposables. Enfin, de même que le streptocoque puerpéral est beaucoup moins dangereux pour le cobaye que pour le lapin, et perd de sa malignité primitive en vieillissant dans les humeurs naturelles ou en passant à travers des cultures successives pour se borner à produire l'érysipèle expérimental, de même fait le streptocoque de l'infection purulente.

» De cet exposé, nous tirerons les conclusions suivantes :

» 1° L'infection purulente chirurgicale a pour agent essentiel les microbes ordinaires de la suppuration (streptocoque dans les cas que nous avons observés).

» 2° Si des microbes autres que les précédents existent assez souvent dans les lésions, ils compliquent l'infection purulente, mais ne sont pas nécessaires à son développement.

» 3° Pour produire l'infection purulente, le streptocoque doit revêtir la virulence qu'il possède dans les formes aiguës et graves de la septicémie puerpérale, et non celle qu'il montre dans le phlegmon simple ou l'érysipèle.

» 4° On pressent des rapports étiologiques entre l'infection purulente chirurgicale, la septicémie puerpérale et l'érysipèle, mais on ignore encore où et comment s'opère la transformation des propriétés pathogènes du streptocoque, qui lui permet de produire alternativement ces divers états cliniques. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. **Hinrichs** adresse une Note « Sur les poids atomiques de Van der Plaats ».

(Commissaires : MM. Troost, Friedel, Schützenberger.)

MM. **Delahaye** et **Boutitie** adressent une Note sur un « avertisseur automatique de changement de densité des milieux gazeux » fondé sur le principe du baroscope, et destiné spécialement à signaler la présence du grisou dans les mines.

(Commissaires : MM. Daubrée, Haton de la Goupillière.)

M. J. **Desbourdieu** demande l'ouverture de plis cachetés, adressés à diverses époques (¹). Ces plis, ouverts en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contiennent l'indication de diverses applications possibles de l'électricité.

(Renvoi à la Commission du prix Ponti.)

## CORRESPONDANCE.

CHIMIE. — *Sur un produit d'oxydation incomplète de l'aluminium.* Note de M. **Pionchon**.

« Soumis à l'action du dard d'un chalumeau oxhydrique à faible débit d'oxygène, l'aluminium s'oxyde avec une vive incandescence et se transforme en une matière d'aspect gris noirâtre, dans laquelle le rapport du poids de l'oxygène au poids de l'aluminium a une valeur voisine de 0,6 et, par conséquent, fort différente de la valeur 0,888, caractéristique de l'alumine.

» On peut interpréter ce résultat en supposant que la matière obtenue est formée soit d'un mélange d'aluminium et d'alumine, soit d'un oxyde ayant une composition représentée par la formule

$$AlO\left(\frac{O}{Al} = \frac{8}{13,5} = 0,592\right),$$

cet oxyde étant mêlé à des traces d'aluminium libre et d'alumine; soit enfin d'un oxyde de composition voisine, mais un peu différente de celle qui correspondrait au rapport 0,592, cet oxyde étant mêlé à une certaine quantité d'aluminium épargné par la combustion et aussi à une certaine quantité d'alumine.

» Pour décider entre ces trois hypothèses, j'ai eu recours à l'examen de la réaction opérée sur la matière en question par l'acide chlorhydrique. Cette réaction donne lieu à un dégagement d'hydrogène et à la formation de chlorure d'aluminium, qui reste en dissolution; il y a, d'autre part, un résidu insoluble. Opérant sur une masse connue M de matière, j'ai déterminé la quantité H d'hydrogène dégagée, la quantité A d'alumine fournie

(¹) Ces plis ont été déposés dans les séances des 22 août 1887, 7 septembre 1891 (deux plis), et 3 octobre 1892.

par le chlorure d'aluminium de la liqueur, et enfin la masse R du résidu insoluble. La différence M — R donnait la quantité X de matière attaquée.

» Voici, comme exemple, le résultat moyen d'une série d'expériences :

| M. | H. | A. | R. | X. | $\frac{H}{X}$. | $\frac{A}{X}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1370,8 ..... | 21,842 | 545,8 | 999,2 | 371,6 | 0,0587 | 1,469 |

» On voit tout de suite que la matière X enlevée à M par l'acide chlorhydrique ne saurait être de l'aluminium, car, dans cette hypothèse, on eût dû recueillir 41,28 d'hydrogène.

» Les rapports $\frac{H}{X} = 0,0587$ et $\frac{A}{X} = 1,469$ différant respectivement très peu des rapports $\frac{H^2}{Al^2O} = \frac{2}{35} = 0,057$ et $\frac{Al^2O^3}{Al^2O} = \frac{51}{35} = 1,457$, il semble que la matière X aurait une composition très voisine de celle d'un oxyde d'aluminium représenté par la formule $Al^2O$. D'après le sens dans lequel les rapports trouvés diffèrent des rapports théoriques, cette matière serait formée de l'oxyde $Al^2O$ mêlé à une petite quantité d'aluminium libre. Et, en effet, en déterminant la composition d'un mélange d'oxyde $Al^2O$ et d'aluminium capable de fournir les quantités H et A d'hydrogène et d'alumine recueillies, on trouve un poids $x$ d'oxyde $Al^2O$ et un poids $y$ d'aluminium, tels que $x + y = X$.

» La quantité d'oxygène contenue dans le résidu insoluble peut se déduire très approximativement de pesées faites avant et après la combustion, en tenant compte de l'oxygène contenu dans la matière X. On trouve ainsi, pour le rapport du poids de l'oxygène au poids de l'aluminium dans le résidu, le nombre 0,479, c'est-à-dire le rapport caractéristique de l'alumine. Dailleurs ce résidu a une densité 4,01; il se dissout intégralement dans le bisulfate de potasse au rouge, et la dissolution aqueuse de la frite obtenue donne un précipité d'alumine de poids égal au poids du résidu employé.

» Le poids de l'oxyde $Al^2O$ contenu dans la matière X est au poids du résidu dans le rapport $0,33 = \frac{Al^2O}{2Al^2O^3}$. On est donc amené, pour interpréter tous les faits qui précèdent, à énoncer la proposition suivante :

» De la combustion ménagée de l'aluminium, effectuée au chalumeau oxhydrique, résulte une matière grise qui, à côté de petites quantités d'aluminium libre et d'alumine, serait constituée par un *nouvel oxyde d'alumi-*

*nium*, auquel son mode d'attaque par l'acide chlorhydrique assignerait la composition représentée par la formule

$$Al^6O^7 = Al^2O, 3Al^2O^3,$$

qui peut être soit un mélange, soit une combinaison.

» Il semble y avoir là le point de départ d'un complément intéressant à l'étude chimique de l'aluminium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle réaction de l'ésérine et une matière colorante verte dérivée du même alcaloïde.* Note de M. **S.-J. Ferreira da Silva**, présentée par M. Friedel.

« En 1890, nous avions annoncé le fait que l'ésérine était le seul alcaloïde du groupe benzénique ammoniacal qui donnait, après le traitement par l'acide nitrique fumant de densité 1,4, et l'évaporation jusqu'à siccité, un résidu vert sur les bords ([1]).

» En étudiant de plus près cette réaction de coloration, nous avons constaté que la production de la couleur verte par l'action de l'acide azotique se prêtait à merveille à l'identification de très petites quantités d'ésérine.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie non seulement les conditions pour bien réaliser la réaction, mais aussi quelques propriétés intéressantes de la matière colorante obtenue.

» On prend un petit fragment d'ésérine ou d'un de ses sels, de la grandeur d'un petit grain de sable, qu'on place dans une petite capsule de porcelaine et que l'on dissout dans une ou deux gouttes d'acide nitrique fumant; on obtient alors une solution jaune clair qui, étant chauffée au bain-marie, tourne successivement au jaune foncé, puis à l'orangé; mais, si l'on évapore à siccité en agitant le mélange avec une petite baguette en verre jusqu'à élimination de presque tout le liquide, on remarque, une ou deux minutes après complète dessiccation, le changement de la couleur du résidu qui était jaune foncé en un vert pur.

» La matière verte produite dans cette réaction est soluble dans l'eau et plus encore dans l'alcool concentré, et ses solutions parfaitement vertes, pas fluorescentes, abandonnent par évaporation la matière colorante inaltérée. Elle se dissout aussi dans

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 348 et *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 3e série, t. IV, p. 473; 1890.

l'acide sulfurique concentré, avec une couleur verte, et la solution n'est pas fluorescente.

» Si l'on fait tomber une goutte d'acide nitrique sur le résidu vert de l'évaporation, placé dans le bain-marie, on remarque que le résidu passe au bleu dans les points qui ne sont pas directement atteints par l'acide et que l'on obtient une solution rouge violet, qui passe après quelque temps au jaune verdâtre. La solution de la matière dans l'acide azotique étendu est très nettement fluorescente; elle présente une couleur rouge de sang à la lumière réfléchie et jaune verdâtre par transparence.

» L'ammoniaque ne change pas la couleur du résidu.

» La solution aqueuse de la matière verte, examinée au spectroscope, est caractérisée par deux bandes d'absorption : l'une, la plus nette, placée dans le rouge, entre λ 670 et λ 688; et l'autre, plus large, mais ayant des bords moins tranchés, occupant une partie de l'indigo et le violet, surtout entre λ 400 et λ 418. On remarque encore une très faible bande dans l'orangé.

» La solution de la même matière dans l'alcool à 70° offre les mêmes caractères spectroscopiques, avec plus de netteté.

» La solution sulfurique ne diffère pas de la précédente par ses caractères spectroscopiques.

» La réaction qui nous a conduit à la découverte de cette matière verte est très sensible; elle permet de révéler la présence de $0^{gr},005$ d'alcaloïde et doit être, sous ce point de vue, placé eau même rang que les plus sensibles connues jusqu'à ce jour.

» On voit donc qu'il s'agit d'une matière verte spéciale, bien définie par ses caractères optiques.

» On connaissait déjà une matière bleue dérivée de l'ésérine (bleu de physostigmine, *physostigmin blau*), isolée par M. A. Petit [1], après le traitement de l'alcaloïde par l'ammoniaque, et dont les caractères spectroscopiques ont été étudiés par MM. Brasche et Eber [2]; et une matière colorante rouge, nommée *rubrésérine* par M. Duquesnel, et obtenue par le traitement par les alcalis fixes.

» Voici maintenant une nouvelle matière colorante bien définie, de couleur verte, obtenue par le traitement à l'acide azotique, et pour laquelle nous proposons le nom de *chlorésérine* (de χλωρός, vert et *ésérine*).

» Nous nous proposons de continuer nos recherches sur cette réaction nouvelle de l'ésérine. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 569; 1871.

(2) Oscar Brasche, *Ueber Verwendbarkeit der Spectroscopie zur Unterscheidung der Farbenreactionen der Gifte in Interesse der forensischen Chemie; Inaugural-Dissertation*. Dorpat, p. 53-55; 1891 et W. Eber, *Pharmac. Zeitung*, p. 483; 1888 (citation de *Brasche*).

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Préparation d'acide citrique de synthèse, par la fermentation du glucose.* Note de M. **Charles Wehmer.**

« Des fermentations acides, provoquées par les champignons filamenteux, ont déjà été observées, notamment celle qui donne lieu à la production de l'acide oxalique. J'en ai trouvé une nouvelle dans la formation de l'acide citrique, au moyen d'une solution de glucose ([1]). L'acide citrique est un produit de sécrétion important de certaines moisissures, et se forme d'une manière analogue à celle qui préside à la transformation du glucose en acides lactique ou acétique, au moyen de bactéries.

» Si l'on abandonne des solutions sucrées, de composition déterminée, à l'action de certains champignons, l'hydrate de carbone est décomposé, et il se forme, en même temps que de l'acide carbonique, un acide organique dont les propriétés et la composition sont identiques à celles de l'acide extrait du jus de citron.

» J'ai reconnu la propriété de transformer le glucose en acide citrique, dans deux espèces de champignons, jusqu'à présent; mais ces organismes avaient échappé à l'observation; leur espèce était inconnue. Les petites dimensions de leurs organes reproducteurs et leur ressemblance macroscopique avec des espèces connues déjà sont évidemment les causes principales de l'ignorance dans laquelle nous étions resté sur leur compte.

» Ces moisissures forment, au-dessus des solutions appropriées, des tissus verts, comme feutrés, dont l'épaisseur atteint un demi-centimètre et plus, ressemblant au penicillium, mais qui s'en distinguent par des caractères morphologiques assez difficiles à découvrir. Je leur ai donné le nom de *citromycètes*, et je distingue les deux espèces connues par les mots *pfefferianus* et *glaber*.

» Les spores de ces espèces sont abondantes dans l'air. J'ai facilement réussi à en faire la sélection par culture, en différentes contrées, comme, par exemple, à Hanovre, et à Thann en Alsace, où la fabrique de produits chimiques a entrepris des expériences sur une grande échelle, depuis plus d'une année; du reste, mes premières expériences remontent à l'année 1890.

» Les liquides sucrés, les fruits, etc. favorisent le développement

([1]) Ce procédé a été breveté, car il est susceptible d'une application industrielle.

de ces moisissures. Cependant ce sont les solutions de glucose qui semblent constituer le milieu le plus favorable. La présence de l'acide citrique, déjà formé, semble être sans influence nuisible sur la marche de la fermentation; je l'ai vue se continuer quand le milieu sucré renfermait jusqu'à 8 pour 100 d'acide citrique.

» En opérant dans de bonnes conditions de température, de hauteur de liquide, d'aération, etc., et en présence de sels nourriciers convenablement choisis, on arrive à décomposer jusqu'à 50 pour 100 du glucose employé. Un essai comprenant $11^{kg}$ de glucose a donné, dans l'usine de Thann, $6^{kg}$ d'acide citrique pur; dans ces conditions, il ne se forme pas d'autres produits organiques secondaires [1]. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les changements survenus au glacier de la Tête Rousse depuis la catastrophe de Saint-Gervais, du* 12 *juillet* 1892. Note de MM. **A. Delebecque** et **L. Duparc.**

« L'un de nous ayant été chargé par M. le Ministre des Travaux publics d'explorer à nouveau le glacier de Tête Rousse, nous sommes remontés sur les lieux le 7 août 1893, accompagnés de M. Guillaume Favre, le petit-fils de l'illustre Correspondant de l'Institut, Alphonse Favre, et du guide Gaspard Simond, de Chamonix. On sait que c'est de ce glacier que partit, le 12 juillet 1892, l'avalanche d'eau qui détruisit les bains de Saint-Gervais, et l'on se rappelle que cette eau était contenue dans deux grandes cavités intraglaciaires, réunies par un couloir [2]. Voici ce que nous avons constaté :

» Le glacier ne paraît pas avoir avancé sensiblement. La paroi d'arrachement qu'il présentait l'an dernier est restée à peu près intacte; mais le trou béant de la cavité inférieure, qui s'ouvrait dans cette paroi et qui mesurait $40^m$ de large sur $20^m$ de haut, n'existe plus. Il est réduit à une simple ouverture, de $1^m$ de haut environ, dans laquelle on ne peut pénétrer et qui ne semble plus communiquer avec la cavité supérieure. Il est évidemment en voie de disparaître. Les longues surfaces cylindriques de glace polie, qui revêtaient la cavité inférieure et qui étaient à peu près horizontales, ne sont presque plus visibles; on en retrouve seulement deux lambeaux, dont

---

(1) Il me paraît intéressant de rappeler que les expériences actuelles ont été entreprises par M. Scheurer-Kestner, dans l'établissement même où C. Kestner a fait la découverte de l'acide paratartrique en 1826.

(2) Voir *Comptes rendus*, 25 juillet 1892 et *Archives de Genève*, 15 septembre 1892.

la direction fortement inclinée sur l'horizontale prouve une transformation profonde du glacier [1]. De nombreux décollements s'observent dans les couches de glace. Au pied de la paroi d'arrachement, la neige amoncelée par le vent forme une muraille qui contribue encore à obstruer l'orifice de la cavité inférieure.

» La cavité supérieure a beaucoup moins changé. Sa profondeur a diminué, par suite de la neige tombée pendant l'hiver. Les couches supérieures horizontales surplombent, sur tout le pourtour de la cavité, et particulièrement à l'aval, les couches profondes inclinées. De nombreuses fissures se sont formées, qui n'existaient pas lors de nos premières expéditions (19 juillet et 17 août 1892). Tout accuse un tassement général de la partie aval du glacier.

» Ajoutons que, à l'une des extrémités de la cavité supérieure, on observe une vaste galerie, transversale à la direction du glacier, finissant en forme de coin à quelque vingt mètres de la cavité, et qui est manifestement une crevasse de fond, résultant de la forme concave du lit du glacier.

» Nous avons vérifié avec soin l'écoulement du glacier et nous avons constaté que, sauf quelques ruisseaux superficiels, presque toute l'eau s'échappait par le fond, sous l'ancien couloir qui réunissait l'an dernier les deux cavités. L'écoulement paraît donc se faire à présent dans des conditions convenables. Mais cet état de chose n'est que temporaire; car, ou bien le tassement du glacier et la barre de neige amoncelée dont nous avons parlé plus haut auront pour effet d'interrompre cet écoulement à bref délai et de permettre l'accumulation de l'eau dans la cavité supérieure, auquel cas un lac glaciaire à ciel ouvert se formera; ou bien la cavité supérieure se remplira complètement de neige avant la cessation définitive de l'écoulement et disparaîtra dans la marche du glacier, auquel cas, par suite de la configuration du sol, de nouvelles cavités pourront se reformer. De toute façon, la vallée de Montjoie nous paraît être exposée, dans un avenir peut-être très prochain, peut-être plus éloigné, à une catastrophe semblable à celle du 10 juillet 1892. Aucun travail préventif ne nous semble possible. Une surveillance assidue et, au besoin, une évacuation de la vallée sont les seuls remèdes. »

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

[1] *Voir* les photographies jointes à la présente Note.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 21 AOUT 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

#### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en informant l'Académie de la perte qu'elle vient d'éprouver dans la personne de M. *Charcot*, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, s'exprime comme il suit :

« J'ai la triste mission d'annoncer à l'Académie la perte cruelle et imprévue qu'elle vient de subir.

» La nouvelle de la mort si soudaine de notre éminent Confrère Charcot nous a causé la plus douloureuse émotion. Cette émotion sera certainement ressentie par tous ceux qui s'intéressent à la grandeur intellectuelle du pays, car nous voyons disparaître en lui une des personnalités les plus

distinguées de notre époque et se clore avant l'heure une des carrières scientifiques les plus glorieuses.

» Par la valeur originale de ses doctrines et l'immensité de son œuvre, Charcot a fait preuve des ressources merveilleuses du génie national, et il a puissamment contribué à accroître le prestige de la Médecine moderne.

» Il ne m'appartient pas de rappeler les travaux si extraordinairement variés de l'illustre physiologiste, ils se trouvent enregistrés dans les annales historiques de toutes les Sociétés savantes, mais je suis certain d'être l'interprète de l'Académie en exprimant les profonds regrets que nous cause ce deuil inattendu et en proclamant que Charcot a rendu à la Science médicale d'éclatants services qui lui assureront une renommée impérissable.

» Les obsèques de notre regretté Confrère ont eu lieu samedi matin; conformément au désir du défunt, aucun discours n'a été prononcé sur sa tombe. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Duponchel** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 27 mars 1893.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient un Sommaire intitulé : « Principes de Cosmogonie générale ».

Ce Sommaire et les développements que l'auteur adresse aujourd'hui à l'Académie, sous le titre : « Principes de Cosmogonie rationnelle », seront soumis à l'examen d'une Commission composée de MM. Faye, Lœwy, Poincaré.

M. C. **Huc** présente un Mémoire sur l'électrolyse, faisant suite à sa Communication sur la matérialité des électricités.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

## CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Sur les équations du mouvement d'un corps solide se mouvant dans un liquide indéfini.* Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« A propos du mouvement brownien [1] nous sommes arrivé, pour les équations du mouvement d'un corps solide se mouvant dans un liquide indéfini, au système concentré suivant

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d(x_1, x_2, x_3)}{dt} = (x_2, x_3, x_1)\dfrac{\partial T}{\partial(y_3, y_1, y_2)} - (x_3, x_1, x_2)\dfrac{\partial T}{\partial(y_2, y_3, y_1)} + (X, Y, Z), \\ \dfrac{d(y_1, y_2, y_3)}{dt} = (x_2, x_3, x_1)\dfrac{\partial T}{\partial(x_3, x_1, x_2)} - (x_3, x_1, x_2)\dfrac{\partial T}{\partial(x_2, x_3, x_1)} \\ \qquad + (y_2, y_3, y_1)\dfrac{\partial T}{\partial(y_3, y_1, y_2)} - (y_3, y_1, y_2)\dfrac{\partial T}{\partial(y_2, y_3, y_1)} + (M_x, M_y, M_z). \end{cases}$$

» Clebsch [2] a intégré ces équations, au signe des seconds membres près, en l'absence de toute force accélératrice, c'est-à-dire quand

$$(X, Y, Z, M_x, M_y, M_z) = 0$$

identiquement.

» Nous allons maintenant chercher à quelles conditions il faut que les X, Y, Z, $M_x$, $M_y$, $M_z$ satisfassent, pour que le système (1) des équations complètes prenne la forme intégrée par Clebsch.

» Posons

$$(2)\quad \begin{cases} x_1 = x'_1 + \lambda_1 t, & y_1 = y'_1 + \mu_1 t, \\ x_2 = x'_2 + \lambda_2 t, & y_2 = y'_2 + \mu_2 t, \\ x_3 = x'_3 + \lambda_3 t, & y_3 = y'_3 + \mu_3 t, \end{cases}$$

où les $\lambda$ et $\mu$ sont fonctions du temps et des $x'$, $y'$, M, X.

» T étant une fonction homogène et du second ordre par rapport aux $x_1, x_2, \ldots, x_i, \ldots x_n$, si l'on pose

$$x_i = x'_i + \lambda_i t,$$

---

[1] Le Mémoire paraîtra prochainement dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

[2] Voir Halphen, *Fonctions elliptiques*, t. II.

on a

$$\frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{\partial T}{\partial x'_i}\frac{dx'_i}{dx_i} + \frac{\partial T}{\partial(\lambda_i t)}\frac{\partial(\lambda_i t)}{\partial x_i},$$

et il est aisé de démontrer qu'on a

$$\frac{\partial T}{\partial x'_i} = \frac{\partial T}{\partial(\lambda_i t)},$$

donc

$$\frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{\partial T}{\partial x'_i}.$$

» Si l'on applique ces considérations au problème qui nous occupe, on trouve

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{d(x'_1, x'_2, x'_3)}{dt} = (x'_2, x'_3, x'_1)\dfrac{\partial T}{\partial(y'_3, y'_1, y'_2)} - (x'_3, x'_1, x'_2)\dfrac{\partial T}{\partial(y'_2, y'_3, y'_1)}, \\ \dfrac{\partial(y'_1, y'_2, y'_3)}{dt} = (x'_2, x'_3, x'_1)\dfrac{\partial T}{\partial(x'_3, x'_1, x'_2)} - (x'_3, x'_1, x'_2)\dfrac{\partial T}{\partial(x'_2, x'_3, x'_1)} \\ \qquad + (y'_2, y'_3, y'_1)\dfrac{\partial T}{\partial(y'_3, y'_1, y'_2)} - (y'_3, y'_1, y'_2)\dfrac{\partial T}{\partial(y'_2, y'_3, y'_1)}, \end{cases}$$

avec les six conditions pour la détermination de $\lambda$ et $\mu$,

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{d(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)}{dt} + \dfrac{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3}{t} - (\lambda_2, \lambda_3, \lambda_1)\dfrac{\partial T}{\partial(y'_3, y'_1, y'_2)} \\ \qquad + (\lambda_3, \lambda_1, \lambda_2)\dfrac{\partial T}{\partial(y'_2, y'_3, y'_1)} = \dfrac{X, Y, Z}{t}, \end{cases}$$

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{d(\mu_1, \mu_2, \mu_3)}{dt} + \dfrac{\mu_1, \mu_2, \mu_3}{t} - (\mu_2, \mu_3, \mu_1)\dfrac{\partial T}{\partial(y'_3, y'_1, y'_2)} + (\mu_3, \mu_1, \mu_2)\dfrac{\partial T}{\partial(y'_2, y'_3, y'_1)} \\ \qquad = \dfrac{M_x, M_y, M_z}{t} + (\lambda_2, \lambda_3, \lambda_1)\dfrac{\partial T}{\partial(x'_3, x'_1, x'_2)} - (\lambda_3, \lambda_1, \lambda_2)\dfrac{\partial T}{\partial(x'_2, x'_3, x'_1)}. \end{cases}$$

» Les équations (4), (5) ne sont pas possibles à résoudre; mais on peut prendre un cas remarquable.

» Si l'on appelle T′ et T″ la même fonction T, où à la place des $x_i$ on met respectivement $x'_i$ et $\lambda_i$, on aura

$$(6)\qquad \frac{\partial T}{\partial x'_i} = \frac{\partial T'}{\partial x'_i} + t\frac{\partial T''}{\partial \lambda_i}.$$

» Prenons donc le cas où il y a l'identité

$$(7)\qquad T'' = C.$$

» Alors on trouve

$$\frac{\partial T}{\partial x'_i} = \frac{\partial T'}{\partial x'_i}. \tag{8}$$

» Donc les équations du mouvement deviennent

$$(9)\quad \begin{cases} \dfrac{d(x'_1, x'_2, x'_3)}{dt} = (x'_2, x'_3, x'_1)\dfrac{\partial T'}{\partial(y'_3, y'_1, y'_2)} - (x'_3, x'_1, x'_2)\dfrac{\partial T'}{\partial(y'_2, y'_3, y'_1)} \\ \dfrac{d(y'_1, y'_2, y'_3)}{dt} = (x'_2, x'_3, x'_1)\dfrac{\partial T'}{\partial(x'_3, x'_1, x'_2)} - (x'_3, x'_1, x'_2)\dfrac{\partial T'}{\partial(x'_2, x'_3, x'_1)} \\ \qquad + (y'_2, y'_3, y'_1)\dfrac{\partial T'}{\partial(y'_3, y'_1, y'_2)} - (y'_3, y'_1, y'_2)\dfrac{\partial T'}{\partial(y'_2, y'_3, y'_1)}, \end{cases}$$

qui sont les mêmes que celles examinées par Clebsch dans le cas de $(X, Y, Z; M_x, M_y, M_z) = 0$, au signe des seconds membres près, et donnent les $x'$ et $y'$. Les équations (4) et (5) deviennent

$$(10)\quad \begin{cases} \dfrac{d(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)}{dt} + \dfrac{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3}{t} - (\lambda_2, \lambda_3, \lambda_1)\dfrac{\partial T'}{\partial(y'_3, y'_1, y'_2)} \\ \qquad + (\lambda_3, \lambda_1, \lambda_2)\dfrac{\partial T'}{\partial(y'_2, y'_3, y'_1)} = \dfrac{X, Y, Z}{t}, \end{cases}$$

$$(11)\quad \begin{cases} \dfrac{d(\mu_1, \mu_2, \mu_3)}{dt} + \dfrac{\mu_1, \mu_2, \mu_3}{t} - (\mu_2, \mu_3, \mu_1)\dfrac{\partial T'}{\partial(y'_3, y'_1, y'_2)} + (\mu_3, \mu_1, \mu_2)\dfrac{\partial T'}{\partial(y'_2, y'_3, y'_1)} \\ \qquad = \dfrac{M_x, M_y, M_z}{t} + (\lambda_2, \lambda_3, \lambda_1)\dfrac{\partial T'}{\partial(x'_3, x'_1, x'_2)} - (\lambda_3, \lambda_1, \lambda_2)\dfrac{\partial T'}{\partial(x'_2, x'_3, x'_1)} \end{cases}$$

qui sont des équations simultanées linéaires du premier ordre par rapport à $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \mu_1, \mu_2, \mu_3$, et l'on sait les intégrer quand on y a substitué les $x', y'$ par leurs valeurs tirées du système (9). On peut donc tirer de là les valeurs de $\lambda$ et $\mu$; en les substituant à la relation $T'' = C$, on trouvera définitivement une relation entre les $X, Y, Z, M_x, M_y, M_z$, qu'on peut avec une valeur convenable d'une des X ou des M rendre identique. »

OPTIQUE. — *Sur les alternances de couleurs présentées par les réseaux.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Cornu.

« J'ai étudié, dans une précédente Communication (¹), les franges rigoureusement achromatiques, c'est-à-dire alternativement blanches et noires, obtenues à l'aide d'un réseau; or, si l'on continue à les observer

(¹) Voir pour les notations le numéro des *Comptes rendus* du 24 juillet 1893.

de plus en plus près du réseau, elles deviennent de plus en plus fines et l'on voit apparaître des colorations distribuées de la façon suivante : les franges noires continuent à rester sombres, mais, sur deux franges brillantes consécutives, l'une d'elles s'illumine en violet, tandis que l'autre se colore en jaune; le même phénomène se produit dans tout le champ, qui se trouve alors couvert de ces deux couleurs alternées; la périodicité existe encore, mais il faut traverser deux franges noires pour retrouver la répétition des mêmes apparences; en avançant lentement le microscope, on observe une grande variété de couleurs, mais celles qu'on remarque le plus généralement sont : le violet-mauve associé au jaune, le vert associé au rose, ou encore le bleu à côté du blanc; les deux couleurs juxtaposées sont donc à peu près complémentaires et, pendant ce déplacement, on retrouve à plusieurs reprises les mêmes apparences, qui deviennent plus complexes lorsque la distance est plus faible encore. Les franges noires sont alors très fines, l'intervalle de deux d'entre elles se resserre, tandis que l'intervalle voisin s'élargit et se subdivise en bandes colorées, avec un axe bleu, rose ou jaune; dans tous les cas, le phénomène reste périodique.

» Enfin, en continuant à approcher, les colorations deviennent moins vives jusqu'au moment où l'on vise le réseau lui-même; elles apparaissent de nouveau lorsqu'on vise au delà.

» Pour pouvoir faire plus commodément des mesures, j'ai cherché à obtenir des photographies de ces phénomènes; je les ai exécutées en transformant l'oculaire du microscope en chambre noire et en y introduisant de petites plaques sensibles orthochromatiques, de $1^{cm}$ de côté; la chambre où l'on opérait était rendue obscure et le microscope, placé dans un chevron fixé dans l'embrasure de la fenêtre, recevait directement les rayons solaires tombant sur la fente.

» Ces photographies peuvent être ensuite examinées avec un fort grossissement, et l'on y retrouve des dispositions périodiques différentes et caractéristiques pour chaque phénomène coloré.

» Les franges d'interférences provenaient des deux diffractés de premier ordre émanés virtuellement de $S_1$ et $S_2$; en réalité, le mouvement vibratoire en un point M provient de la lumière qui s'est diffractée au voisinage des deux points $s_1$ et $s_2$, et il faut calculer l'effet que produisent toutes les portions d'ondes laissées libres au voisinage de ces points par tous les petits écrans qui constituent le réseau, en les composant aux points $s_1$ et $s_2$, ce qui leur applique des retards $\varphi_1$ et $\varphi_2$ caractéristiques de la position de ces points sur l'élément du réseau. Supposons que la perpendiculaire abaissée de S sur le réseau en soit un axe de symétrie, c'est-à-dire tombe au milieu d'une partie opaque ou d'une partie transparente; on reconnaît que l'interférence sera

complète sur cette droite, grâce à ce que $\varphi_1$ et $\varphi_2$ sont égaux, c'est-à-dire grâce à ce que les points $s_1$ et $s_2$ sont de même nature, ou encore, que, *reportés sur un même élément de réseau, ils sont symétriques l'un de l'autre.* Mais on peut montrer, en outre, que, si cette condition est remplie pour une des franges brillantes, *elle l'est encore* pour tous les points où la première théorie prévoyait une frange brillante; si, en effet, on calcule les distances $os_1 = u_1$ et $os_2 = u_2$, on trouve

$$u_1 = dn\lambda - \frac{d}{y}\left(dn\lambda - \frac{ky}{4dn}\right), \qquad u_2 = dn\lambda - \frac{d}{y}\left(dn\lambda + \frac{ky}{4dn}\right);$$

le nombre d'éléments du réseau contenus dans $u_1$ et $u_2$ est $u_1 n$ et $u_2 n$; on obtient, pour la différence, $\frac{k}{2}$, c'est-à-dire un nombre entier, puisque $k$ est pair en ces points.

» Enfin ces maxima pourraient ne pas être identiques entre eux, $s_1$ variant avec la frange considérée; mais on reconnaît que ces maxima ne peuvent être que de deux espèces, car les valeurs successives de $u_1$ diffèrent de $\frac{1}{2n}$, c'est-à-dire d'un demi-élément; elles se reproduiront donc identiques de deux en deux.

» En un point M où il y a un maximum, il y a concordance pour toutes les couleurs, mais chacune d'elles ne conserve pas la même intensité relative que dans la lumière blanche; car le point $s_1$ varie avec la source virtuelle $S_1$, c'est-à-dire avec la couleur; autrement dit, le point M ne *voit* pas le spectre diffracté de la même manière dans toute son étendue, et ces différences sont déterminées d'après l'*ombre* du réseau projeté par le point M sur le spectre.

» D'après ce qu'on a vu, cette ombre sera la même pour tous les maxima de première espèce, et d'une nature différente pour tous les maxima de deuxième espèce, qui auront une couleur différente des premiers.

» Toutefois si le point M est assez éloigné de la source et du réseau pour que l'ombre d'un élément ne couvre qu'une petite portion du spectre, alors ce spectre pourra se subdiviser en plusieurs régions (violet, indigo, bleu, etc.), qui sont pareillement modifiées; il en résultera évidemment une teinte blanche pour les deux maxima; le phénomène, constitué par des franges achromatiques, semblera avoir une période deux fois plus faible.

» Les colorations apparaîtront à partir du moment où le spectre ne sera plus recouvert que par l'ombre de $p$ éléments du réseau, et l'apparence observée sera caractéristique du nombre $p$. En écrivant cette condition, on obtient l'équation

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{y-d} = \frac{n^2(\lambda - \lambda')}{p},$$

qui montre que $d$ et $y-d$ varient en sens inverse l'une de l'autre, comme les distances à une lentille de l'image et de l'objet.

» Lorsqu'on diminue la distance $d$, on reporte donc en arrière, et à des distances de plus en plus grandes, le point $A_p$, à partir duquel le phénomène caractérisé par le nombre $p$ se produit, ainsi que les autres points $A_{p-1}$, $A_{p-2}$, qui correspondent à des phénomènes plus complexes.

» J'ai vérifié cette formule avec un réseau au cinquantième, en me repérant sur une des premières teintes que l'on distingue nettement, un rose violacé associé à un jaune vert; cette vérification permet de calculer la valeur de $p$ correspondante : on trouve un nombre compris entre 3 et 4; le spectre est alors divisé à peu près en trois segments par l'ombre de trois éléments.

» Avec un réseau au centième, ce phénomène ne se montrera qu'à des distances beaucoup plus faibles, car c'est le carré de $n$ qui s'introduit; on trouve $2^{mm},2$ au lieu de $20^{mm}$ qu'on avait précédemment. Au contraire, avec un réseau au vingtième, le même calcul donne une distance infinie, même lorsque $d$ atteint $50^{mm}$.

» D'une manière générale, si l'on veut observer ces colorations à des distances très grandes du réseau (c'est-à-dire pour avoir $y - d = \infty$), il faut que la source soit à une distance égale à

$$d = \frac{p}{n^2(\lambda - \lambda')} \quad \text{ou} \quad \frac{3}{n^2 \times 0,000150},$$

ce qui, pour les réseaux au $\frac{1}{20}$, au $\frac{1}{50}$ et au $\frac{1}{100}$, donne

$$50^{mm}, \quad 8^{mm} \quad \text{et} \quad 2^{mm};$$

pour des distances plus grandes, on aura des franges achromatiques; pour des distances moindres, on aura des colorations de plus en plus vives.

» Ces résultats permettent d'expliquer les franges de l'ouverture, dans l'expérience des réseaux parallèles : c'est ce que je montrerai dans une prochaine Communication. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur deux nouvelles maladies du Mûrier.* Note de MM. G. **Boyer** et F. **Lambert**, transmise par M. Duclaux.

« Nous avons observé deux maladies sur le Mûrier blanc : l'une est causée par une bactérie, l'autre par un champignon.

» La maladie causée par une bactérie (*Bacterium Mori*) est grave sur les jeunes Mûriers de pépinière, dont elle compromet l'existence en arrêtant le développement des rameaux. Cette affection se manifeste extérieurement par des taches d'un brun noir réparties, en des points quelconques, à la face inférieure des feuilles et sur les rameaux. Les taches des rameaux

ont des formes et des dimensions variées; ordinairement ovales, allongées dans le sens de la longueur des rameaux, elles s'étendent fréquemment sur un seul côté de ceux-ci, mais peuvent embrasser tout leur pourtour. Elles se dépriment suivant leur grand axe et souvent se creusent en forme de chancres, plus ou moins profonds, atteignant parfois jusqu'à la moelle. Très fréquemment les altérations débutent par le sommet des rameaux, qui semblent alors carbonisés sur une longueur de quelques centimètres à plusieurs décimètres et se courbent en forme de crosse. Sur les feuilles, les taches des nervures se creusent comme celles des rameaux. Sur le parenchyme, elles sont moins étendues et très rapprochées; elles forment, en se réunissant, des lésions de dimensions variables, qui passent d'une teinte couleur rouille à une coloration noire.

» Le *B. Mori* existe dans l'épaisseur des tissus qu'il détruit en creusant, surtout dans l'épaisseur des rameaux et perpendiculairement à leur longueur, des cavités dans lesquelles il se multiplie en colonies serrées et qui sont limitées par des cellules brunies par le parasite. Il se produit parfois, au pourtour des altérations, une zone de liège qui isole les régions saines de celles qui sont altérées.

» Nous avons produit artificiellement, par inoculation du parasite pris sur les rameaux, les taches du parenchyme et celles des nervures. Le *B. Mori*, isolé et cultivé en surface, sur milieux artificiels solides, donne des colonies hémisphériques qui, du blanc hyalin, passent au jaune.

» La maladie qui est provoquée par le développement d'un champignon, que nous n'avons pu encore déterminer, est plus commune que la précédente. Elle détermine, chaque année, la disparition d'un grand nombre d'arbres, dans toutes les parties de la région séricicole de la France. Lorsqu'un Mûrier est attaqué, les bourgeons ou les feuilles se flétrissent et se dessèchent. La maladie débute par le sommet des rameaux, se propage vers la base et gagne peu à peu les branches principales, le tronc et, en dernier lieu, les racines. Ces divers organes périssent successivement et la plante succombe en présentant dans le bois des colorations d'un gris plus ou moins foncé. Ces altérations sont sûrement causées par le mycélium du champignon parasite, qui est le plus souvent localisé dans les vaisseaux du bois et que l'on suit des parties saines vers les parties malades. Ce mycélium est variqueux, cloisonné, ramifié, d'abord blanchâtre, puis d'un jaune pâle et définitivement brun.

» Nous poursuivons nos recherches sur ces deux maladies. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géogénie et la stratigraphie des bassins houillers de la France centrale*. Note de M. A. JULIEN, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« La découverte de l'origine glaciaire des brèches houillères de la France centrale entraîne avec elle des conséquences inattendues, qu'il me semble indispensable de mettre en lumière.

» En premier lieu, si l'on examine le mode de formation du terrain houiller dans cette région spéciale, on voit, par l'examen des assises, que ce mode est incompatible avec la théorie des deltas fluvio-lacustres, émise il y a peu d'années par M. Fayol; tandis qu'il s'accorde bien avec celle de M. Grand'Eury, qui en est complétée et vivement éclairée. En réalité, nos bassins houillers ne sont autre chose que des lambeaux, plus tard soumis à des glissements et à des failles, de formations d'origine glaciaire et alluvio-glaciaire, ce qui n'exclut pas, du reste, l'existence à divers niveaux de lits tourbeux formés sur place, et intercalés dans les assises de véritable transport.

» En second lieu, cette découverte fait naître des problèmes variés, dont mes études permettent déjà de faire entrevoir la solution. Ces problèmes sont les suivants :

» 1° Quelle était la cause des glaciers houillers?

» 2° Quels en étaient les centres de dispersion?

» 3° Quelle était pour chaque bassin leur direction?

» 4° Enfin, quel est l'âge relatif précis des brèches?

» La cause de l'apparition de ces glaciers réside dans la création, au début de la période houillère supérieure, de massifs alpestres, faisant partie de cette chaîne que M. Marcel Bertrand a désignée, il y a peu d'années, sous le nom de *chaîne hercynienne*, et dont la formation a eu pour résultat d'exhausser l'Europe centrale et occidentale, et de déplacer l'océan carbonifère, comme la chaîne des Alpes, à la fin de l'époque miocène, a chassé la mer helvétienne. Dans les deux cas, ces mouvements orogéniques formidables ont été accompagnés d'un prodigieux développement de l'activité interne du globe, qui a semé l'Europe de volcans porphyriques à l'époque permo-carbonifère, et de volcans trachytiques et basaltiques vers la fin de l'époque tertiaire. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que des glaciers houillers et permiens aient pu se produire, puisque cette époque ancienne

a vu se réaliser les conditions qui ont permis, à une époque plus récente, l'établissement de glaciers pliocènes et quaternaires.

» L'inventaire lithologique des brèches, relevé patiemment dans chaque bassin, permet de retrouver l'emplacement de ces massifs aujourd'hui effacés, en même temps que la direction suivie par les fleuves de glace.

» Nous pouvons déjà affirmer que, pour le bassin de Saint-Étienne en particulier, les glaciers arrivaient du nord, c'est-à-dire de la direction actuelle de la Riverie. Notre conviction s'est formée par l'étude attentive des nouvelles cartes de la région, publiées par M. Termier et par M. Michel-Lévy. La feuille de Lyon seule offre la série complète des roches engagées dans les brèches et spécialement des porphyres et porphyrites variés que l'on y recueille, tandis que ces derniers manquent dans la feuille de Saint-Étienne.

» *Age relatif des brèches.* Nous distinguons dans le mont Crépon deux zones superposées, savoir : — 1° la zones ituée à la base, bien visible au nord, c'est-à-dire à Valfleury, formée, sur une épaisseur de $50^m$ environ, par les alternances de brèches, de poudingues et de grès, à nombreuses empreintes de plantes, telles que des Sigillaires gigantesques, par exemple. Cette zone correspond, à notre avis, à la formation complète de Rive-de-Gier et de la Fouillouse, et elle doit se continuer sous la gratte de Saint-Chamond, puisque l'un des niveaux de brèche, celui de Cellieu, réapparaît à Saint-Martin-en-Coailleux. 2° La seconde zone, exclusivement glaciaire, superposée à celle-ci et qui se poursuit jusqu'au sommet du mont Crépon, avec une épaisseur de $200^m$ environ. Il nous paraît donc très justifié de considérer la gratte stérile de Saint-Chamond (*sensu lato*) comme formée d'alluvions subordonnées à la moraine génératrice du mont Crépon qui forme cette deuxième zone. Ce maximum correspond, dans la classification botanique de M. Grand'Eury, au temps écoulé entre la zone des Sigillaires et celle des Cordaïtées.

» Or, c'est à ce niveau exact que se rencontrent soit d'énormes brèches, soit de puissantes alluvions stériles, offrant parfois dans leur sein des blocs erratiques gigantesques, à Epinac, à Blanzy, à Brassac et Langeac, à Commentry et dans d'autres bassins. Le maximum de puissance, d'extension ou de permanence de ces glaciers houillers s'est donc produit à la même époque dans ces divers bassins. Il en résulte ce fait capital, et désormais mis hors de doute, que tous ces bassins houillers sont synchroniques, que leur formation a été simultanée, et qu'ils ne diffèrent entre eux que par le plus

ou moins d'épaisseur des couches supérieures, enlevées plus tard par l'érosion. C'est là, à notre avis, le résultat d'ordre stratigraphique le plus important de nos recherches, que celui de la substitution de ce puissant niveau stérile, de cette barre glaciaire, aux zones végétales établies par les magnifiques travaux botaniques de M. Grand'Eury, pour la classification du terrain houiller supérieur de la France centrale.

» Ces zones végétales, en effet, dont les rapports avec les variations offertes par le milieu ambiant, chaleur, degré d'humidité, etc., sont encore ignorés, dont la succession est impossible à expliquer au point de vue philosophique, par l'évolution (car on ne conçoit pas la possibilité de transformer une Sigillaire en Cordaïtée, celle-ci en Fougère, et une Fougère en Calamodendron), dont la valeur stratigraphique est, par suite, purement empirique; ces zones, dis-je, ne sauraient être mises en balance, comme criterium chronologique, avec un horizon glaciaire de cette importance, évidemment synchronique dans tous les bassins d'une région aussi peu étendue que le Plateau Central.

» Ainsi, nous sommes amené à synchroniser, malgré les différences dans les éléments végétaux, si habilement constatées par M. Grand'Eury, les couches de Rive-de-Gier, Valfleury et la Fouillouse, celles d'Épinac, du Colombier et du Marais à Commentry, de la Combelle et de Chalède, dans les bassins de Brassac et de Langeac, qui ont toutes précédé la formation glaciaire dans son maximum d'extension. Nous synchronisons aussi, et pour des raisons analogues les couches supérieures au grand niveau stérile, telles que celles de Saint-Étienne, du Grand-Moloy et de Sully, celles de Blanzy, le terrain houiller de Meaulne supérieur à la brèche, enfin les couches de Brassac et de Marsange.

» Nous n'hésitons pas davantage à paralléliser la grande couche de Commentry, avec les trois zones de Saint-Étienne; mais, en raison de l'importance de cette dernière question, nous en réservons l'exposé et la justification pour une prochaine Communication. »

GÉOLOGIE. — *Cambrien de l'Hérault*. Note de MM. **de Rouville**, **Delage** et **Miquel**.

« Des recherches, faites en commun, ont amené les auteurs à reconnaître dans le cambrien (ou sous-anglais) du département de l'Hérault

trois groupes absolument concordants, qu'ils énumèrent de haut en bas et qu'ils nomment provisoirement, vu l'insuffisance actuelle des documents paléontologiques, de la manière suivante :

» TROISIÈME GROUPE : *Postparadoxidien* (Tremadoc slates. *Lingula flags*), formé d'une alternance de schistes et de quartzites avec intercalation d'enclaves calcaires et d'amygdaline se fondant par le haut dans l'arenig, par le bas dans le groupe suivant :

» 1200$^m$ à 1500$^m$ sans plissement apparent;

» Barroubio, ..., etc.

» DEUXIÈME GROUPE : *Paradoxidien* (Ménévian and Harbeh? group), formé de schistes verts, jaunes, rouges lie de vin et de calcschistes amygdalins.

» 25$^m$ à 30$^m$;

» Vélieux (lit de Brian) Coulouma, ..., etc.

» PREMIER GROUPE : *Anteparadoxidien* (Harbeh? and Longmyad group), ensemble de marbres saccharoïdes, de calcaires et de dolomies compactes ou schistoïdes en alternance (Vélieux, Coulouma, ...), et dans le bas, formation de grès parfaitement homogènes, de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur (grès de Marcory).

» 1200$^m$ à 1500$^m$.

» *Faune.* — Aucun élément nouveau n'a été, pour le moment, ajouté par les auteurs aux collections classiques recueillies dans les Facultés des Sciences de Paris ou de Montpellier et chez M. Miquel.

» Les auteurs signalent dans le troisième groupe, à sa zone de passage à l'arenig, ces apparences de forme organique faisant croire à l'existence de lingules; mais ils excluent de ce groupe la *Lingula Lesneuri,* malheureusement et faussement citée à ce niveau.

» Ils signalent encore de très vagues indices dans les calcaires du premier groupe et insistent sur la présence de représentant de la faune première dans les couches amygdalines du groupe médian, couches amygdalines qu'on avait, antérieurement à leurs conclusions actuelles, rapportées au dévonien.

» Une grande partie de pays figurant sur les cartes comme dévoniens et, en particulier, un certain nombre de couches calcaires soigneusement délimitées par l'un des auteurs, devront donc être considérés comme cambriens, sans préjudice, toutefois, des importants lambeaux dévoniens (Taussines, près Saint-Pons, Causses, Vieussan, etc.) que leurs phacops, leurs orthis et, pour quelques-uns, leurs goniatites rattachent au dévonien.

» *Allures architectoniques.* — La carte détaillée de la surface étudiée et les profils *en préparation* permettront de se faire une idée nette des mouvements subis par les trois groupes, constamment concordants. La multipli-

cité des affleurements du paradoxidien (Vélieux, Rodomonts, Euzède, etc.), sous forme de bandes de largeur variable, toujours parallèles, interrompues par places, l'emmagasinement constant du groupe entre les deux autres, dont les plongements variés seront exactement indiqués par des flèches, feront saisir à l'œil, et sans autre explication, le sens des mouvements (anticlinaux, synclinaux), généralement obliquant vers le sud.

» Les auteurs relèvent, dès aujourd'hui, le fait très important dans l'économie stratigraphique du pays, de renversements accentués sur de grandes longueurs, que n'accompagne aucune trace de dislocation brusque, de rupture ni de déchirure violente.

» Cette circonstance, jointe à celle de similarités pétrographiques (couches amygdalines) absolument décevantes, n'a pas peu contribué à entretenir jusqu'ici, sur la constitution du pays, une obscurité regrettable. Ils citent, entre autres exemples, la dorsale de Ferrals et celle de Poussarou, et sur une surface plus restreinte l'extrémité du ruisseau de Briant, près Minerve, où les assises se présentent dans un ordre inverse de celui qu'elles présentent en amont.

» Une Note plus explicite fera connaître ultérieurement la part contributive de chacun des auteurs aux résultats acquis. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse deux petites photographies du lac de Genève et des montagnes environnantes, obtenues par lui le 17 août, à $10^h 30^m$ du soir et à $2^h$ du matin, sur des plaques orthochromatiques.

Ces résultats le conduisent à admettre l'existence de radiations par phosphorescence, qui seraient émises par les objets, à la suite de l'insolation à laquelle ils ont été soumis pendant le jour.

M. **P. Blandin** adresse une Note relative à deux appareils qu'il nomme *mydriasomètre* et *ophtalmoscope-microscope*.

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 JUILLET 1893.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Sixième série, tome XXIX, août 1893. Paris, G. Masson, imprimerie Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XIX, n° 7. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Traité de Géologie*, par A. DE LAPPARENT, ancien ingénieur au corps des Mines, professeur à l'Institut catholique de Paris. Deuxième Partie : *Géologie proprement dite*. Fascicule cinquième. Paris, F. Savy, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Monographie des Oscillariées (Nostocacées homocystées)*, par M. MAURICE GOMONT. Mémoire couronné par l'Institut (prix Desmazières, 1890). Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°.

*Notice généalogique sur la famille Papin. Son existence ancienne, sa noblesse, ses alliances, ses illustrations. Denis Papin; Nicolas Papin et Isaac Papin*. Extrait de l'Ouvrage : *Vie et œuvres de D. Papin*, par L. DE BELENET, officier d'Infanterie. Blois, C. Migault et Cie, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*L'Anthropologie*, sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD, 1893. Tome IV, n° 2, mars-avril. Paris, G. Masson; 1 fasc. gr. in-8°.

*Sur l'intégrale eulérienne de première espèce*, par J. BEAUPAIN, ingénieur au corps des Mines. Bruxelles, E. Hayes, 1893; 1 fasc. in-4°.

*Fennia*, etc. *Bulletin de la Société de Géographie de Finlande*. Helsingfors, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Medical electricity : What is it? and how does it cure?* by E.-S. D'ODIARDI, medical electrician. Swan Sounenschein and C°. London, 1893; 1 vol. in-18.

*Pubblicazioni della Specola vaticana*. Fascicolo III. Roma, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Report of the New-York meteorological observatory of the department of*

*Public Parks, central Park, New-York city,* for the year 1893. New-York, 1893; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 AOUT 1893.

*Journal de Pharmacie et de Chimie* (fondé en 1809), rédigé par MM. FREMY, REGNAULD, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGFLEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. N° 3, 1er août 1893. Paris, G. Masson; 1 fascicule in-8°.

*Les explosifs industriels. Le grisou et les poussières de houille,* par J. DANIEL, ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la Compagnie des Explosifs *Sécurite.* Paris, E. Bernard et Cie, 1893; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Berthelot.) (Renvoyé à la Commission du prix Montyon, Arts insalubres.)

*Société philomathique de Paris* fondée en 1788. Extrait du Compte rendu de la séance du 22 juillet 1893. N° 19. Paris, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Ampélographie des cépages indigènes de l'Afrique française du Nord,* par LEROUX S.-C., ingénieur agronome viticulteur. Blida, Mauguin, 1893; 1 fascicule gr. in-8°.

*Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal,* par HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Appendices : *Recherches sur le climat d'Upsal.* I : *Pluies,* par THURE WIGERT. Upsal, 1893; 1 fasc. in-4°.

*Chemical and micro-mineralogical researches on the upper cretaceous zones of the south of England,* by WILLIAM FRASER HUME, demonstrator in Geology at the Royal College of Science, South Kensington, 1893. London; 1 vol. in-8°.

*North american fauna.* N° 7, published by authority of the Secretary of Agriculture (actual date of publication, may 31, 1893). *The Death Valley expedition,* a biological survey of parts of California, Nevada, Arizona and Utah. Part. II, Washington, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Resultados del observatorio nacional argentino,* vol. XVI. *Durchmusterung catalogue.* Part I, 22° to 32°. Buenos-Aires, 1892; 1 vol. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 28 AOUT 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

## MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un typhon de l'an dernier, des mers de la Chine;* par M. H. Faye.

« Le R. P. Chevalier, directeur de l'observatoire météorologique de Zi-ka-Wey, m'a adressé un important Mémoire en anglais sur le terrible typhon de l'an dernier qui a laissé de cruels souvenirs chez les résidents de Shangaï et de Hong-Kong. Noté le 7 octobre 1892 à l'est de Luçon, ce typhon a passé le 10 très près du *South Cape* de Formose, englouti le steamer norvégien *Normand* et brisé sur des récifs le mail anglais *Bokhara*.

» Par une étude approfondie, le P. Chevalier a reconnu qu'il n'existe pas d'aire de haute pression à 600 ou 1000 *miles* autour du centre. Cette assertion est entièrement opposée à la théorie de M. Ferrel, car celui-ci affirme que tout cyclone est entouré d'une aire de haute pression, faisant

fonction d'anticyclone. Cette démonstration n'est pas sans intérêt au point de vue de la valeur théorique qu'on assigne encore aux vues de M. Ferrel en Amérique.

» En second lieu, le P. Chevalier s'attache à convaincre les marins que, dans les basses latitudes, il faut accorder une grande attention à la présence des cirrus, présage le plus constant d'un typhon éloigné. D'après lui, le centre d'un typhon et sa direction sont indiqués par le point de l'horizon d'où les cirrus paraissent diverger. Cette notion, bien connue en France depuis les travaux de M. Bridet sur les tempêtes de l'hémisphère austral, tend à reporter l'origine des typhons dans la région des cirrus des basses latitudes, c'est-à-dire à 1200$^m$ ou 1300$^m$ de hauteur.

» J'ai la satisfaction de voir que le P. Chevalier adopte l'idée que les typhons sont des tourbillons dont la cause génératrice réside dans les hautes régions de l'atmosphère; il admet aussi que leur mouvement de translation a la même origine. Il y a plus de vingt ans que je soutiens cette doctrine contre les météorologistes qui s'obstinaient à placer au ras du sol les débuts d'un cyclone et la cause de son mouvement de translation.

» Il admet que leurs tourbillonnements sont circulaires à l'intérieur, à proximité du centre, et même il accepte l'idée que ce centre est occupé, en général, par une région de calme autour duquel tournent leurs effroyables girations circulaires. Mais ces données incontestables, d'où il résulte clairement que les typhons sont des tourbillons descendants, ne l'empêchent pas d'admettre en même temps la vieille idée de Meldrum, de Doberck, de Blanfort, d'Elliot, etc., aux Indes orientales et de presque tous les météorologistes aux Indes occidentales, à savoir que les mouvements intérieurs des cyclones sont des trajectoires rectilignes convergentes courbées par la rotation de la Terre, en sorte que l'air doit être ascendant et non descendant dans tous ces phénomènes, sauf peut-être au centre où M. Chevalier n'ose pas nier le mouvement descendant qui résulte si clairement des observations de Manille. A une certaine distance que l'auteur laisse totalement incertaine, il admet, malgré les maîtres de la Science nautique, Redfield, Reid, Piddington, Bridet, malgré les Écoles anglaises de navigation, que les spires du vent font un angle, non pas de 90°, mais de 120° à 130° et même plus avec le rayon vecteur.

» C'est le seul point sur lequel je marque une forte dissidence avec le P. Chevalier. Sans entrer dans le détail des observations par lesquelles l'auteur croit pouvoir établir ces déviations, je me contenterai d'une simple remarque. Le P. Chevalier se flatte de représenter assez bien les faits du 9 au 10 octobre; mais, à partir du 10, il rencontre une difficulté

qui montre, à mon avis, qu'il n'a pas déterminé la vraie trajectoire du typhon. Je laisse la parole au P. Chevalier en abrégeant quelque peu :

» Jusqu'à $3^h$ après midi du 10, tout est régulier dans le mouvement du typhon, mais à partir de là nous entrons dans une mytérieuse part de son histoire : la marche du baromètre indique, en effet, à ce moment, un total changement dans la basse pression centrale. J'ai été curieux de déterminer ce fait avec toute l'évidence possible, mais il faut reconnaître qu'un fait pareil est plus aisé à établir qu'à expliquer.

» Je vais tâcher cependant d'en présenter une explication.

» Les météorologistes s'accordent à reconnaître que les typhons, les cyclones, les tornados et les trombes sont des phénomènes de même nature qui ne diffèrent entre eux que par des particularités, par exemple la grandeur et les dimensions en hauteur de ces phénomènes. Or les tornados ne sont autre chose que des tourbillons qu'on voit descendre des nues en dévastant tout ce que leur pointe rencontre sur le sol.

» De plus, ces tornados, après avoir ravagé le sol, remontent parfois en l'air et cessent totalement leurs ravages, pour redescendre ensuite et les recommencer sur la même trajectoire ([1]). Ces mouvements sont absolument indépendants des accidents topographiques qui, bien certainement, n'exercent aucune action sur les tornados.

» Cela posé, puisque les typhons ne diffèrent des trombes et des tornados que par l'énormité de leurs dimensions en tous sens, il est permis de supposer que ce mouvement alternatif de descente et de retrait temporaires peut se produire aussi dans les premiers. Seulement ce phénomène, aisément perceptible dans les tornados, ne se fera pas sentir de même dans les typhons.

» Dans les tornados, la faible proportion de la largeur comparée avec la hauteur fait comprendre que, si la pointe conique se relève, le tourbillon tout entier se relève avec la pointe et cesse de toucher le sol. Dans le typhon, au contraire, dont la largeur est telle qu'aucun spectateur ne peut l'embrasser en entier, cette largeur fait que le relèvement de la partie centrale n'empêche pas les parties extérieures du tourbillon de toucher le sol et de continuer les dévastations commises le long de la trajectoire.

» La première conséquence sera évidemment un grand changement dans la dépression centrale, que cette dépression soit l'effet dynamique d'un tourbillonnement violent qui modifie la transmission de la pression, comme le veut M. Faye, ou celui d'une raréfaction physique de l'air dans ce centre.

» La deuxième conséquence sera un prompt abattement du vent autour du centre du typhon. Une large aire de faibles gradients succédera aux vents violents du centre, et ceux-ci seront remplacés par des vents plus modérés.

» Une troisième conséquence sera l'existence d'un anneau de plus profonds gradients, et par conséquent de vents plus forts autour de l'aire centrale.

» C'est par cette alternative d'abaissements et de relèvements qu'on peut se rendre compte de la différence que présentent les typhons dans leur région centrale. On sait qu'en général il y existe un calme absolu. M. Sprung incline à croire que c'est un

---

([1]) Et cela, à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'ils se relèvent définitivement et vont se confondre avec la masse nuageuse qui les porte.

par accident. M. Faye, au contraire, soutient qu'il s'agit là d'un trait essentiel à la constitution de chaque cyclone non encore déformé, et cette opinion de M. Faye sur ce point paraît parfaitement vraie. Cependant elle n'est pas indistinctement applicable à tous les typhons; ils ne présentent pas tous au centre un ciel pur au zénith avec des étoiles brillant passagèrement avec toute leur splendeur, et c'est précisément dans le cas d'un relèvement du tourbillon central que doit se présenter un ciel couvert avec de fortes brises variables.

» Le R. P. Chevalier montre en effet que tel est le cas du typhon observé le 10 octobre dans l'après-midi; il cite à l'appui les observations faites à bord de la barque *Nanaimo*, de la *Cité de Pékin Phra-Nang* et de l'*Empress of Japan*, comparées avec celles des stations météorologiques du canal de Formose. Il constate même que le typhon, en parcourant Formose, s'est segmenté en deux portions complètement séparées l'une de l'autre.

» Je ne m'inscrirai pas en faux contre l'idée du P. Chevalier, qui attribue aux typhons cette singulière propriété des tornados d'exécuter en quelque sorte une danse verticale [1].

» Mais je ferai remarquer ceci : si le typhon se relève, comme un tornado, il se relèvera tout entier; le calme central diminuera d'étendue; les spires successives se rapprocheront sans que la pointe du typhon quitte le sol pour de faibles différences de pression. J'ai fait voir, en outre, qu'en s'obstinant à représenter la marche du vent dans les typhons par des spirales, on était fréquemment conduit à des trajectoires inadmissibles (*American Meteorological Journal* de janvier 1891, p. 473-475). Nous rencontrons ici un cas analogue; le sinistre du *Bokhara* ne me paraît pas exiger cette complication de phénomènes, car le naufrage de ce navire a été plutôt occasionné par le récif sur lequel il s'est brisé que par l'effort de la tempête.

» J'applaudis, du reste, aux vues théoriques de M. Chevalier, sauf le point que je viens d'indiquer; il me semble que nous ne sommes pas séparés par des différences infranchissables.

---

(1) Voici un remarquable passage de M. Dallas, des Indes orientales, qui montre que ce savant météorologiste a eu la même idée que M. Chevalier (*American Meteorological Journal*, juillet 1892, p. 108) : « ... Il est donc évident, théoriquement ou par observation, 1° que les tempêtes cycloniques descendent des hauteurs de l'atmosphère et y opèrent parfois un mouvement de retraite en y remontant; que le tourbillon cyclonique peut voyager dans les hauteurs en ne donnant en bas que de faibles indications de sa présence à la surface du sol; 3° que les mouvements des cyclones s'accordent, en général, avec ce qu'on peut présumer de leurs mouvements dans les couches élevées de l'atmosphère. »

» Reconnaître que les cyclones et les trombes sont des tourbillons dont la giration et la translation sont déterminées par des causes supérieures, c'est en même temps reconnaître que ces tourbillons sont descendants.

» Reconnaître que les alternatives de descente et de retrait des tornados sont déterminées par des changements survenus dans la vitesse des girations descendantes, c'est renoncer à l'idée du mouvement centripète.

» Reconnaître que le phénomène admirable du calme complet au centre de la tempête est la règle dans les cyclones non déformés, c'est renoncer au prétendu mouvement centripète de l'air, car il est impossible d'admettre que l'air monte à la périphérie et descend au centre.

» C'est ce qu'il est impossible d'accepter depuis que la théorie de la convection a été mise à une rude épreuve par M. Hann, le directeur célèbre de l'observatoire météorologique autrichien, qui a montré qu'il n'existe pas à l'intérieur des cyclones un excès de température capable de rendre compte de leur circulation intérieure.

» Enfin je ne vois pas d'obstacle à ce que le P. Chevalier accepte ma théorie, à moins qu'il ne persiste à croire que les tourbillons, en dépit de leur indépendance par rapport aux accidents topographiques, sont produits en bas par un mouvement centripète de l'air rasant le sol, subissant toutes ses irrégularités, exerçant une succion capable de déboucher les bouteilles dans les caves, d'emporter dans les airs des barres de fer et de les faire tournoyer jusque dans leur embouchure, enfin, et c'est le comble, de pomper jusqu'aux nues l'eau des rivières et des mers [1]. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Étude chronophotographique des différents genres de locomotion chez les animaux.* Note de M. **Marey**.

« L'intérêt principal de l'étude des êtres organisés est de chercher le lien qui existe entre la conformation spéciale de chaque espèce et les caractères particuliers des fonctions dans cette espèce.

» L'union de plus en plus intime de l'Anatomie et de la Physiologie comparées mènera sans doute à la découverte des lois fondamentales de la morphogénie, lois qui permettront, à l'inspection d'un organe, de prévoir les particularités de sa fonction.

---

[1] Voir aussi H. Faye, *Sur la vraie théorie des trombes et tornados*, à propos de celui de Lawrence (Massachusetts), 13 mars 1893.

» Ces relations commencent à être saisissables pour les organes de la locomotion chez les Vertébrés. Le volume et la longueur des muscles, les dimensions relatives des rayons osseux des membres, l'étendue et la forme des surfaces articulaires permettent de prévoir les caractères des allures d'un mammifère et, d'autre part, on peut montrer l'exactitude de ces prévisions en les contrôlant par la chronophotographie qui donne l'épure géométrique de ces mêmes mouvements.

» Nous avons cherché à étendre à un grand nombre d'espèces animales ce mode d'analyse de la locomotion par la photographie et nous avons réussi à l'appliquer non seulement aux Mammifères, mais aux Oiseaux, aux Reptiles, aux Poissons, aux Mollusques et aux Articulés.

» Ce sera sans doute une entreprise de longue haleine que de recueillir les nombreuses séries d'images nécessaires pour ce genre de comparaison ; mais nous avons pu nous assurer qu'il est presque toujours possible d'obtenir ces images en se plaçant dans des conditions variables suivant le genre d'animal étudié.

» Les Reptiles, par exemple, doivent être mis dans une sorte de canal circulaire où ils peuvent courir indéfiniment ; l'appareil chronophotographique est placé au-dessus du chemin que parcourt l'animal dont il saisit au passage les attitudes successives.

» Les Poissons nagent dans une gouttière analogue remplie d'eau limpide et éclairée par-dessous, de sorte que leur silhouette se détache sur un fond clair. D'autres fois, l'animal est éclairé par le haut et se projette en clair sur un fond obscur.

» On emploie pour les Insectes des dispositions analogues. Enfin nous n'avons pas à revenir sur les champs obscurs qui nous ont servi pour l'étude des Mammifères et des Oiseaux.

» La principale difficulté est d'obtenir que l'animal en expérience marche à son allure normale. Chez les espèces domestiques et chez les animaux apprivoisés le résultat est facile à obtenir ; chez les autres il exige beaucoup de patience et de nombreux tâtonnements.

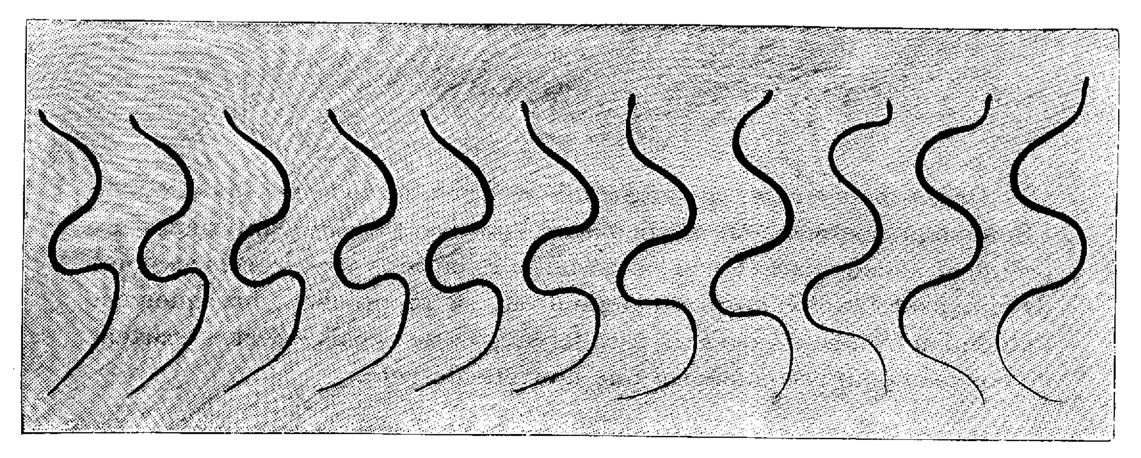
» En comparant entre eux quelques-uns des types dont nous avons recueilli les images chronophotographiques, on trouve déjà d'intéressantes analogies. Ainsi, pour la locomotion sur terre et la locomotion dans l'eau, il est possible de suivre les transitions graduelles entre la reptation simple et les genres de locomotion plus compliqués.

» Une anguille et une couleuvre placées dans l'eau progressent de la même manière : une onde à inflexions latérales court sans cesse de la tête à

la queue de l'animal, et la vitesse de progression rétrograde de cette onde est très peu supérieure à la vitesse de translation de l'animal lui-même, ainsi que nous l'avons montré dans une Note précédente.

» Si l'on place sur le sol l'Anguille et la Couleuvre, le mode de reptation sera modifié de la même façon chez les deux espèces. Le mouvement ondulatoire aura, de part et d'autre, une amplitude plus grande et cette amplitude croîtra d'autant plus que la surface sur laquelle rampe l'animal est plus glissante (*fig.* 1).

Fig. 1.



Reptation d'une Couleuvre (succession des images de gauche à droite).

» Chez les Poissons pourvus de nageoires et chez les Reptiles qui ont des pattes, il reste, en général, un vestige plus ou moins prononcé du mouvement ondulatoire de reptation.

» Chez le Chien de mer par exemple, l'onde rétrograde qui parcourt tout le corps est extrêmement prononcée; elle se réduit beaucoup chez les Salmonidés et n'existe plus guère qu'au niveau de la queue chez les Poissons dont le corps est plus trapu comme les Cyprins.

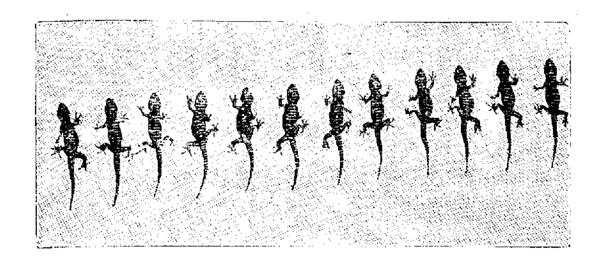
» Dans la locomotion terrestre l'onde rétrograde se voit très bien chez le Gecko, mais est moins prononcée sur le Lézard gris et le Lézard vert (*fig.* 2).

» Les Batraciens présentent, aux phases successives de leur évolution, des types de locomotion variés que tout le monde connaît, mais dont l'analyse chronophotographique est intéressante.

» Le têtard du Crapaud par exemple présente, dans le premier âge, la progression par ondulation de la nageoire caudale; quand les pattes sont apparues, on voit se produire un type de locomotion mixte : la queue on-

dule et de chaque côté les membres postérieurs exécutent les mouvements de natation qui leur sont propres. Ces mouvements des membres postérieurs existent seuls quelque temps après quand la queue a disparu.

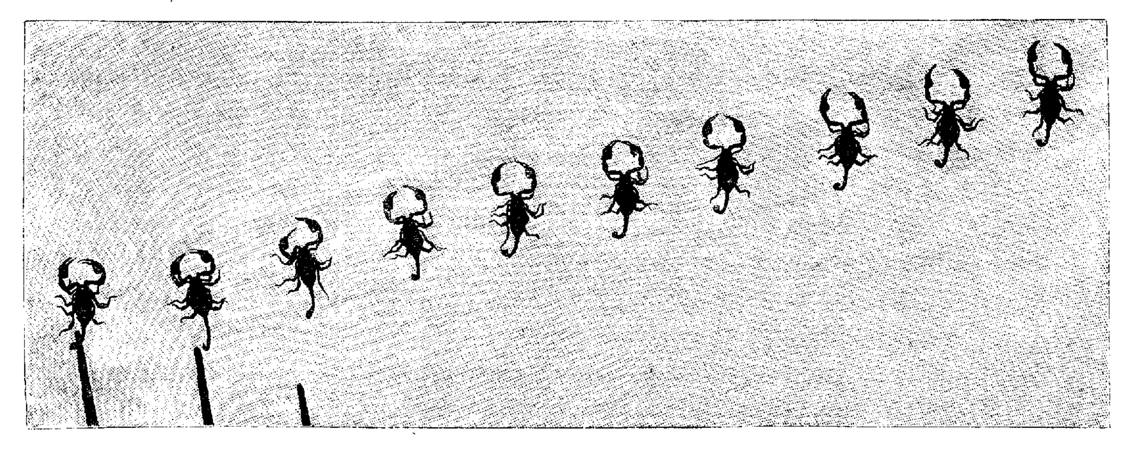
Fig. 2.



Gecko trottant.

» Or ces mouvements qui ressemblent si bien à ceux de la natation de l'Homme présentent cette particularité, que les membres antérieurs n'y prennent aucune part et que les postérieurs, après s'être écartés au point de faire avec l'axe du corps un angle droit, se rapprochent brusquement l'un de l'autre jusqu'à devenir parallèles, puis se fléchissent et s'écartent de nouveau pour recommencer une nouvelle détente.

Fig. 3.



Marche du Scorpion.

» Les mouvements des membres des Lézards échappent par leur rapidité à l'observation directe, mais sur les images chronophotographiques, prises au nombre de 40 à 50 par seconde, on suit très bien les mouvements

successifs des membres d'avant et d'arrière. Or sur le Lézard gris aussi bien que sur le Gecko, l'allure normale est celle du *trot;* c'est-à-dire que les membres se meuvent en diagonale. La grande amplitude des mouvements de ces membres combinée à l'ondulation de l'axe du corps fait que les membres d'un même côté se rapprochent beaucoup l'un de l'autre, puis s'éloignent beaucoup dans l'instant suivant. Le Gecko porte son pied d'arrière presque sous son aisselle du côté où son corps devient concave; l'instant d'après, ce côté deviendra convexe, le membre antérieur se portera très loin en avant, et le corps présentant de ce côté un arc convexe, les deux membres seront très écartés l'un de l'autre.

» Des observations intéressantes peuvent se faire aussi relativement à la locomotion des Insectes, des Arachnides (*fig.* 3), etc. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** informe l'Académie que l'Exposition internationale de Médecine et d'Hygiène qui devait avoir lieu à Rome, à l'occasion du Congrès médical, est, de même que ce Congrès, ajournée au mois d'avril 1894.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, des « Recherches concernant les inégalités planétaires du mouvement de la Lune », par M. *R. Radau* (extrait des *Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires,* t. XXI). (Présenté par M. Tisserand.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie deux Opuscules de M. *Van der Mensbrugghe,* intitulés : « Sur la pression hydrostatique négative » et « Sur la cause commune de la tension superficielle et de l'évaporation des liquides ».

« Les liquides, en général, sont parfaitement élastiques, peu compressibles et très dilatables; on n'est donc pas en droit de les regarder, à l'exemple de Laplace et de Gauss, comme des milieux incompressibles. En outre, presque tous les liquides s'évaporent spontanément : pour ce motif, on ne peut pas, avec Poisson, supposer un équilibre permanent dans la couche superficielle, malgré la variation de la densité dans cette couche. Voilà, je pense, pourquoi les trois grands analystes si célèbres dans l'histoire de la capillarité ont forcément fait échapper à leurs calculs le siège des forces figuratrices d'une masse liquide soustraite à toute influence extérieure.

» Pour découvrir le siège de ces forces, il convient donc : 1° de regarder les liquides comme compressibles, et, par conséquent, comme discontinus ; 2° d'examiner les forces d'où dépend la cohésion à l'intérieur d'un liquide et de juger ensuite si le même degré de cohésion peut ou non exister dans la couche superficielle.

» Supposons que de l'intérieur d'une grande masse liquide où les forces moléculaires, attractives et répulsives se font équilibre, on fasse couler dans un vase quelconque une certaine quantité de ce liquide, et voyons si, quant à la portion transvasée, la constitution moléculaire, qui était d'abord la même partout, ne doit pas se modifier dans la couche superficielle.

» Soit O une particule quelconque prise au sein de la masse; cette particule est attirée par l'ensemble des molécules comprises dans la sphère de rayon $r$ (rayon d'activité de l'attraction); considérons, en particulier, les molécules $a$, $b$, $c$, $d$, $e$, $f$ et $a'$, $b'$, $c'$, $d'$, $e'$, $f'$ situées, par exemple, au nombre de douze, sur le diamètre $fOf'$; elles sont toutes équidistantes, car la cohésion est supposée égale partout. Puisque, malgré les forces attractives, les molécules ne sont pas en contact, il faut bien admettre des forces répulsives capables de réagir contre un rapprochement plus prononcé. Or supprimons, par la pensée, les forces répulsives entre $Oa$ et $Oa'$; quelles seront, abstraction faite de toute action extérieure, les forces concourant à annuler ces deux intervalles? Évidemment ce seront les attractions de O sur $a$, $b$, $c$, $d$, $e$, sur $a'$, $b'$, $c'$, $d'$, $e'$, ainsi que les forces attractives de $a$ sur $a'$, $b'$, $c'$, $d'$, de $b$ sur $a'$, $b'$, $c'$, de $c$ sur $a'$, $b'$, et enfin de $d$ sur $a'$. Toutes ces forces pourront se manifester sans que les distances mutuelles des particules autres que O, $a$ et $a'$ soient changées. D'après cela, le degré de cohésion autour du point O est produit par toutes les actions exercées par les molécules distribuées sur l'ensemble de tous les diamètres qu'on peut imaginer dans la sphère ayant O pour centre.

» Pour toute particule dont la distance au niveau sera supérieure ou égale à $x$, le nombre de ces diamètres sera évidemment le même, ainsi que le degré de cohésion qui lui correspond. Mais, si la molécule se trouve à une distance du niveau moindre que $r$, on ne pourra imaginer dans la sphère qu'un certain nombre de diamètres garnis de molécules sur toute leur longueur; les autres diamètres n'en porteront que sur une portion de leur longueur, si l'on néglige l'action du milieu ambiant. Dès lors, le nombre des forces tendant à augmenter la cohésion autour d'une molécule très voisine du niveau sera moindre qu'au sein de la masse et la différence s'accentuera de plus en plus à mesure que la molécule centrale se rapproche de la tranche extrême libre; à la surface limite même, les seuls diamètres complets se trouvent dans le plan horizontal du niveau, tandis que, dans tout autre plan diamétral, les particules agissantes ne sont distribuées que sur des demi-diamètres; le minimum de cohésion règne donc à la surface limite.

» Il suit de là que la tendance au rapprochement des molécules est bien plus grande à l'intérieur que dans la couche superficielle; donc la force répulsive capable de maintenir les molécules en équilibre doit être notablement plus intense au sein de la masse que dans la couche libre; comme cette force était provisoirement supposée la même partout, il est évident que les particules de la couche superficielle devront éprouver entre elles des écartements d'autant plus marqués qu'elles sont plus près du niveau. Ces écartements développeront, dans tous les sens, des forces élastiques de traction

d'autant plus grandes qu'on sera plus près de la surface libre; dans le sens horizontal ou tangentiel, ces forces produiront une série de tensions élémentaires dont la résultante n'est autre chose que la tension superficielle mesurée dans les expériences de capillarité. Quant à la force élastique développée dans le sens normal, et portée à son maximum à la surface libre, elle pourra être telle que l'effet de la cohésion, joint à la pression exercée par le milieu ambiant, l'emporte sur la répulsion, et alors il n'y aura pas d'évaporation; mais, dans le cas contraire, les particules de la surface libre se répandront dans le milieu ambiant et seront aussitôt remplacées par d'autres molécules jouant le même rôle.

» Je montre ensuite que les conséquences tirées de la théorie précédente sont conformes à tous les faits observés, et, pour terminer, je décris une série d'expériences par l'évaporation de l'eau à travers des couches épaisses d'huile. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété d'une classe de surfaces algébriques.* Note de M. **Georges Humbert**, présentée par M. Appell.

« Soit, sur une surface algébrique S, une série simplement infinie de courbes algébriques, $\sigma$, de même ordre, se coupant deux à deux en $k$ points mobiles ($k \geqq 1$). A chaque courbe $\sigma$ on peut faire correspondre un point d'une courbe algébrique plane C, et réciproquement à chaque point de C correspond une courbe $\sigma$. Par un point quelconque, M, de S, de coordonnées $\xi$, $\eta$, $\zeta$, passent $q$ courbes $\sigma$, $q$ étant supérieur à un, d'après les hypothèses; désignons par $(x_1, y_1)$, $(x_2, y_2)$, ..., $(x_q, y_q)$ les coordonnées des $q$ points correspondants sur C, et par $g(x, y)\,dx$ une différentielle abélienne de première espèce appartenant à la courbe C. L'expression

$$(1) \qquad g(x_1, y_1)\,dx_1 + g(x_2, y_2)\,dx_2 + \ldots + g(x_q, y_q)\,dx_q$$

est évidemment, si on l'exprime en fonction des coordonnées $\xi$, $\eta$, $\zeta$ du point M, une différentielle totale de la forme $\mathrm{N}\,d\xi + \mathrm{P}\,d\eta$, N et P étant rationnels en $\xi$, $\eta$, $\zeta$, car, si l'on se donne le point $\xi$, $\eta$, $\zeta$, les points correspondants $(x_i, y_i)$ sont déterminés d'une manière unique.

» L'intégrale de l'expression (1) ne devenant infinie en aucun point de C, l'intégrale $\int \mathrm{N}\,d\xi + \mathrm{P}\,d\eta$ garde sur S une valeur finie, et c'est par suite ce que M. Picard appelle une *intégrale de première espèce*.

» Admettons maintenant, ce qui est le cas le plus ordinaire, que la surface S n'ait pas d'intégrales de première espèce, N et P seront nuls et l'on aura

$$g(x_1, y_1)\,dx_1 + \ldots + g(x_q, y_q)\,dx_q = 0.$$

» La conclusion est que, sur la courbe C, les $q$ points $(x_i, y_i)$, qui correspondent à un point $\xi$, $\eta$, $\zeta$ de S, forment des groupes, en nombre doublement infini, qui appartiennent à un même *système*, c'est-à-dire que ces groupes sont compris parmi les groupes de $q$ points découpés sur C par les courbes d'un même système linéaire

$$(2) \qquad \lambda_1\varphi_1(x, y) + \lambda_2\varphi_2(x, y) + \ldots + \lambda_r\varphi_r(x, y) = 0,$$

les $\lambda$ étant des constantes, et $r$ un entier supérieur à deux.

» Pour la courbe du système (2) qui découpe sur C le groupe de $q$ points $(x_i, y_i)$ correspondant au point $(\xi, \eta, \zeta)$ de S, les $\lambda_i$ sont évidemment des fonctions rationnelles de $\xi$, $\eta$, $\zeta$, et par suite cette courbe a une équation de la forme

$$(3) \qquad \mathcal{F}_1(\xi, \eta, \zeta)\,\varphi_1(x, y) + \ldots + \mathcal{F}_r(\xi, \eta, \zeta)\,\varphi_r(x, y) = 0,$$

les $\mathcal{F}$ étant des polynômes en $\xi$, $\eta$, $\zeta$.

» On en conclut que les surfaces représentées par l'équation (3), où $\xi$, $\eta$, $\zeta$ sont des coordonnées courantes et $x$, $y$ les coordonnées d'un point de C, découpent sur S la série des courbes $\sigma$, chaque surface (3) ne coupant S, en dehors de courbes fixes, que suivant une courbe $\sigma$. Par suite, les surfaces représentées par l'équation

$$(4) \qquad \rho_1\mathcal{F}_1(\xi, \eta, \zeta) + \ldots + \rho_r\mathcal{F}_r(\xi, \eta, \zeta) = 0,$$

où $\rho_1, \ldots, \rho_r$ sont des constantes arbitraires, découpent sur S une série (linéaire) de courbes $\Sigma$, du même ordre que les courbes $\sigma$, et comprenant ces dernières : les surfaces (4) passent en effet par toutes les courbes fixes communes à S et aux surfaces (3), et ont le long de ces courbes les mêmes singularités que les surfaces (3).

» Les courbes $\Sigma$ ont également le même genre que les $\sigma$, dans le cas où celles-ci n'ont pas de point multiple mobile, en dehors des lignes multiples de S; dans tous les cas elles ne sont pas de genre inférieur.

» Voici donc la conclusion :

» *Sur une surface n'ayant pas d'intégrales de différentielles totales de première espèce, une série quelconque, simplement infinie, de courbes algébriques se coupant deux à deux en un ou plusieurs points mobiles, est comprise dans une série linéaire de courbes du même ordre.*

» Le théorème est à peu près évident si les courbes de la série considérée ne se coupent pas; on peut donc dire que :

» *Sur une surface n'ayant pas d'intégrales de différentielles totales de pre-*

*mière espèce, les courbes algébriques d'un même ordre se répartissent en une ou plusieurs séries linéaires.*

» Dans ces énoncés, les courbes d'une série linéaire sont des courbes découpées sur la surface fixe par les surfaces d'un même système linéaire, chaque surface ne découpant qu'une courbe, et inversement.

» Les théorèmes précédents, évidents dans le cas du plan, peuvent être en défaut si la surface S a des intégrales de première espèce; on le voit par l'exemple de la surface réglée d'ordre quatre et de genre deux, sur laquelle les courbes du troisième ordre, de genre un, ne font pas partie d'une série linéaire.

» Les applications de ces principes sont nombreuses; en voici deux :

» Toute surface engendrée par des courbes unicursales sans point singulier mobile et se coupant deux à deux en un nombre quelconque de points, est représentable point par point sur le plan. J'ai énoncé ce théorème sans démonstration dans une Note précédente (12 juin 1893).

» Les surfaces susceptibles d'être engendrées par des cubiques planes de genre un, se coupant deux à deux en un ou plusieurs points, sont : 1° les surfaces d'ordre trois; 2° les surfaces réglées d'ordre quatre et de genre un; 3° une surface d'ordre neuf (avec ses variétés) dont les coordonnées homogènes d'un point, exprimées en fonctions de deux paramètres $u$ et $v$, sont des combinaisons linéaires et homogènes des six quantités

$$1;\quad pu\,pv;\quad p'u\,p'v;\quad pu+pv;\quad p'u+p'v;\quad pu\,p'v+pv\,p'u. \text{ »}$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le troisième principe de l'énergétique.* Note de M. W. MEYERHOFFER.

« Récemment, M. Le Chatelier a ajouté aux deux principes de l'énergétique le suivant : « Chaque forme de l'énergie peut être décomposée » en deux facteurs, dont l'un est d'une grandeur constante. »

» Je désire faire remarquer que j'ai soumis, il y a plus de deux ans, à une étude spéciale, la décomposition de l'énergie en facteurs, et que j'ai également énoncé la loi que vient de formuler M. Le Chatelier. J'avais nommé les deux facteurs *capacité* (*Inhalt*) et *potentiel*, et je disais [1] : « Tout ce qui se passe au monde consiste donc en ce que les différentes

(1) *Der Energieinhalt und seine Rolle in Chemie und Physik* (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. VII, p. 557; 1891).

» capacités varient leur potentiel sans changer en quantité ». Les vues de M. Le Chatelier ne diffèrent des miennes qu'en ce qui concerne la chaleur. J'ai tâché de démontrer que ce n'est pas l'entropie, comme le veut aussi M. Le Chatelier, mais la chaleur spécifique absolue, qui doit être considérée comme le facteur *capacité* de la chaleur. En effet, elle dépend uniquement de la masse et demeure constante comme celle-ci. L'entropie, au contraire, est une grandeur tout à fait différente. Elle est des dimensions d'une énergie divisée par un nombre, qui indique la quantité de degrés que possède la chaleur lors de son passage, nombre que j'ai proposé de nommer le *numéro de l'isotherme*. C'est uniquement parce que notre système d'unités n'a point d'expression pour les degrés de température, qu'on arrive à confondre l'entropie avec la chaleur spécifique absolue, laquelle est une énergie divisée par des degrés de température. D'ailleurs, toute autre énergie a son entropie à elle, comme la chaleur.

» Dans l'œuvre de Clausius, l'entropie a principalement servi à distinguer les procès réversibles de ceux qui ne le sont pas.

» La décomposition de l'énergie a singulièrement facilité cette distinction. D'après la loi de la conservation de l'énergie, le changement d'un potentiel entraîne nécessairement celui d'un second, parce que ce changement crée ou fait disparaître une quantité d'énergie. Considérons le cas le plus simple, celui où il ne s'agit que de deux potentiels : alors *les procès sont réversibles lorsque les deux potentiels sont différents, irréversibles lorsqu'ils sont égaux*. Si l'on refroidit un corps, et qu'on chauffe par cela même un autre corps, le procès n'est pas réversible. Mais, si la chaleur provenant de ce refroidissement est entièrement consommée pour l'accroissement d'un autre potentiel, on a un procès réversible. C'est ce qui a déjà été énoncé très clairement par Sadi Carnot, qui dit :

« La condition nécessaire du maximum (ou de la réversibilité) est » donc qu'il ne se fasse aucun changement de température qui ne soit dû » à un changement de volume, et réciproquement. » En effet, cette augmentation de volume peut être considérée comme un accroissement d'un potentiel, savoir celui de la pression, parce que, au lieu de dire que le volume s'est accru sous pression constante, on peut aussi dire que, dans ce nouveau volume, la pression s'est élevée de zéro jusqu'à la hauteur de cette pression constante. Tous les procès réversibles qui ont été inventés depuis ont toujours cette même fonction, de transformer la variation d'un potentiel en celle d'un autre, de nature différente. A ce point de vue, on peut citer les cycles de MM. Kirchhoff, Lippmann, Helmholtz et Van't Hoff.

» La décomposition de l'énergie a encore permis de ramener la plupart

des lois stécheiométriques à une loi commune, qui peut être énoncée ainsi : « Les plus petites particules de la matière ont, dans un état comparable, » la même capacité d'énergie. » En spécifiant cette règle pour les diverses formes de l'énergie, on obtient successivement la loi de Regnault sur les chaleurs spécifiques des gaz, celles de Dulong et Petit, de Faraday, d'Eötvös et de Dalton.

» Inversement, on peut démontrer que toute détermination de poids atomique ou moléculaire (détermination directe par la balance, ou fondée sur les lois d'Avogadro et de Dulong-Petit; méthode cryoscopique) n'est autre chose que la comparaison d'une capacité quelconque chez deux corps. Si ces capacités sont égales, les masses de ces deux corps sont en relation moléculaire.

» En terminant, je ferai remarquer que, si l'on admet ce troisième principe (loi des capacités), celui-ci, réuni au second (loi des potentiels) suffit à l'énergétique. Le nombre des principes reste donc toujours égal à deux. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 14 aout 1893.

*Recherches sur la détermination des constantes des clichés photographiques du Ciel,* par M. Lœwy, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, sous-directeur de l'Observatoire de Paris. Premier Mémoire : *Principe de la nouvelle méthode; étude sur l'exactitude des rattachements successifs des clichés au cliché central.* Note *sur la distribution dans l'espace des étoiles comprises entre la* 6e *et la* 8e *grandeur.* Second Mémoire : *Développement complet de la méthode; calcul des termes d'ordre supérieur.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-4°.

*L'Anthropologie*, paraissant tous les deux mois, sous la direction de MM. Cartailhac, Hamy, Topinard. Tome IV, n° 3, mai-juin 1893. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

*Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-*

*Lettres du département de l'Aube*. Troisième série, tome XXIX. Année 1892. Troyes, Dufour-Bouquet; 1 vol. in-8°.

*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, publiés sous les auspices du Comité international, par le Directeur du Bureau. Tome VIII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Étude sur l'aréomètre de Baumé*, par M. ÉDOUARD MORIDE, ingénieur-chimiste à Paris. Marseille, Barlatier et Barthelet, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena*. Série II, volumes VII et VIII. Modena, 1890; 2 vol. gr. in-4°.

*Shanghai meteorological Society first annual Report for the year* 1892, by the R. F. S. CHEVALIER, S. J., director of the Zi-Ka-Wei observatory, president of the S. M. S. Zi-Ka-Wei, 1893; 1 fasc. in-8°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 14 août 1893.)

Note de MM. *A. Delebecque* et *L. Duparc*, Sur les changements survenus au glacier de Tête Rousse, etc. :

Page 333, ligne 12, *au lieu de* glacier de la Tête Rousse, *lisez* glacier de Tête Rousse.

Page 334, ligne 4 en remontant, *au lieu de* 10 juillet, *lisez* 12 juillet.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 SEPTEMBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LOEWY.

## RAPPORTS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Defforges, *ayant pour titre : « Sur la distribution de l'intensité de la pesanteur à la surface du globe »*.

(Commissaires : MM. Fizeau, Daubrée, Cornu, Bassot; Tisserand, rapporteur.)

« Ce Mémoire, qui a été soumis au jugement de l'Académie par M. le Ministre de la Guerre le 15 juillet dernier, résume les recherches théoriques et expérimentales faites depuis huit années au Service géographique de l'Armée, pour la détermination de l'intensité de la pesanteur. Le travail est très étendu et fort intéressant. L'auteur a considéré deux problèmes distincts :

» 1° La mesure de l'intensité absolue de la pesanteur dans un petit

nombre de stations fondamentales; la plus grande précision est alors la seule condition à laquelle on doive avoir égard.

» 2° La mesure de l'intensité relative (par rapport aux stations fondamentales) dans de nombreuses stations secondaires; on doit introduire ici des simplifications qui permettent d'obtenir une exécution rapide avec un matériel aussi simple que possible, tout en réalisant une précision déterminée, fixée d'avance.

» Une mesure de l'intensité absolue exige environ un mois d'un travail assidu, tandis que deux jours suffisent, avec les nouveaux appareils de M. Defforges, pour obtenir l'intensité relative dans une des stations secondaires.

» Pour ce qui concerne la mesure absolue, nous rappellerons que les nombreux perfectionnements introduits par M. Defforges ont été déjà soumis à l'Académie, qui les a favorablement appréciés et a décerné à l'auteur le Prix Gay en 1885. La Commission actuelle est heureuse de constater que toutes les prévisions formulées alors ont été réalisées; la méthode a été appliquée huit fois, à Nice, Breteuil, Paris (1889 et 1890), Greenwich, Rosendaël, Alger, Marseille et Rivesaltes. La concordance parfaite des déterminations obtenues en un même lieu avec des couples de pendules différant par la longueur et le poids donne une sécurité complète.

» Les mesures de l'intensité relative ont été obtenues avec le *pendule réversible inversable* de M. Defforges oscillant dans le vide. Cet instrument, bien que court et léger, remplace avantageusement les pendules longs et lourds, d'un maniement difficile, reconnus nécessaires dans les expéditions antérieures. On l'a employé dans vingt-huit stations, et il a justifié toutes les espérances que l'auteur avait conçues en le combinant. Il a fourni l'approximation de $\frac{1}{100000}$ avec la plus grande facilité; c'est réellement l'appareil pratique pour les observations lointaines.

» Il est nécessaire de faire ressortir l'esprit scientifique qui a présidé à ce grand travail sur le pendule. M. Defforges s'est livré à une étude approfondie de toutes les causes d'erreur du pendule réversible, et il a réussi soit à les éliminer, soit à mesurer leur influence d'une façon rigoureuse. Il faut citer notamment ses belles expériences sur l'élasticité du support et sur le mouvement de glissement du couteau.

» Il nous reste à parler des résultats importants qui se dégagent des observations, au point de vue de la Géodésie, de la Géologie et de la Physique du Globe.

» Les valeurs numériques trouvées dans trente-cinq stations, pour l'in-

tensité de la pesanteur, ont été réduites au niveau de la mer par l'application de la formule de Bouguer, et reliées ensuite les unes aux autres par la relation de Clairaut.

» La simple inspection des résidus montre qu'ils sont beaucoup plus considérables que les erreurs probables des mesures, et qu'ils ont une allure nettement systématique. La pesanteur observée est plus grande que la pesanteur calculée sur les bords de la Méditerranée et dans l'île de Corse. La pesanteur paraît normale sur les régions de faible relief, tandis que, sur les régions élevées, elle est naturellement inférieure à la pesanteur calculée, et d'autant plus que la station est plus élevée et plus éloignée de la mer.

» Ces faits deviennent encore plus évidents quand M. Defforges, profitant de stations communes, rattache ses déterminations à celles de ses devanciers, Biot, Kater, Mathieu, Sabine, Foster, de Freycinet, Duperré, etc., et forme de cet ensemble un tout homogène. Il arrive, par l'application de corrections convenables à chaque groupe d'observations, à tracer la courbe des anomalies de la pesanteur sur une ligne qui, partant du Spitzberg, traverse les îles Shetland, l'Écosse, l'Angleterre, la France et l'Algérie.

» La courbe fait ressortir d'une façon frappante l'excès de pesanteur des îles, et le défaut de pesanteur des continents. Si l'on s'astreint à représenter exactement la pesanteur sur les rivages de la mer du Nord, on trouve un excès notable sur les bords de la Méditerranée, et cet excès semble croître avec la profondeur des eaux immédiatement voisines. Le continent français, les plateaux et le massif pyrénéen présentent un défaut de pesanteur bien marqué, tout comme le plateau et les massifs montagneux du nord de l'Afrique. Enfin, les îles de la Méditerranée donnent un excès de pesanteur considérable, bien que sensiblement inférieur aux excès trouvés par les anciens observateurs dans les îles de l'océan Atlantique et du Pacifique.

» On voit que M. Defforges confirme des résultats importants, et la rigueur de sa méthode ne laisse aucun doute à ce sujet. Mais, en même temps, il en donne de nouveaux et fort intéressants.

» Pour les étendre, et en tirer le plus grand profit pour la Science, il est nécessaire que M. Defforges et ses collaborateurs soient à même de se livrer à un travail d'ensemble portant sur des stations nombreuses et judicieusement choisies, principalement dans les îles du Pacifique. La Géodésie a eu jusqu'ici peu de prise sur l'hémisphère austral et sur les océans.

Le pendule peut être porté facilement dans les îles et dans les terres australes; il donnera de précieux renseignements sur la figure de la Terre et sur la constitution de l'écorce terrestre. »

La Commission propose à l'Académie, qui depuis plus de deux siècles a pris l'initiative des grandes expéditions relatives à la figure de la Terre, d'appeler l'attention du Gouvernement sur l'importance des résultats déjà obtenus par M. Defforges, et d'exprimer le désir que les ressources nécessaires lui soient accordées pour la continuation et l'achèvement prochain de ce grand travail.

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

Le Rapport sera adressé au Ministre de la Guerre.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Baudoüin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « L'agent de l'attraction universelle ».

(Commissaires : MM. Faye, Cornu, Mascart.)

## CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Hypothèse des cloches sous-continentales.* Note de M. **Rateau**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Il est généralement admis que la Terre est formée d'un globe igné, fluide à la partie périphérique, enveloppé d'une croûte solide, sorte de peau relativement mince, sur les trois quarts de laquelle s'étendent les mers; l'atmosphère environnant le tout. Cette constitution est pourtant insuffisante pour expliquer une foule de phénomènes importants, connus aujourd'hui.

» Ces phénomènes sont au contraire bien expliqués, et reliés entre eux, si l'on admet que la croûte, au-dessous des continents, ne touche pas le globe fluide, mais en est séparée par un espace rempli de matières gazeuses en pression. *Les continents constitueraient ainsi des sortes de cloches, très apla-*

*ties, gonflées et soutenues par des gaz, tandis que le fond des océans reposerait directement sur le globe igné.*

» Déjà les observations du pendule avaient porté les astronomes (Bouguer, Laplace, Petit) à penser que les montagnes sont creuses en dessous. L'hypothèse que je propose va beaucoup plus loin : elle étend cette idée des vides *à l'ensemble des terres qui émergent des eaux*, tout en admettant, bien entendu, des irrégularités locales.

» Lamé a démontré (*Théorie de l'Élasticité*), et cela se sent *a priori*, que la croûte terrestre est incapable de conserver sa forme elle-même, sur de grands espaces, si elle n'est pas soutenue en dessous. A mesure que le globe fluide se contracte (par refroidissement), elle est donc obligée de le suivre, en s'écrasant et se plissant; mais on comprend qu'à certains endroits elle se sépare du noyau, et qu'il se forme des anfractuosités, des boursouflures, où vont se loger les gaz qui se dégagent du magma igné.

Les saillies continentales tendent généralement à s'exhausser, gonflées par les gaz qui s'y accumulent, pendant que le fond des mers s'abaisse. Ainsi s'explique le recul progressif des rivages, constaté dès les premières études de Géologie. Mais les gaz, emprisonnés à une très forte pression, fuient peu à peu par les fissures de l'écorce. Lorsque l'apport de nouvelles quantités, provenant du noyau interne, deviendra insuffisant, la pression s'affaiblira sous les continents, et ceux-ci s'effondreront sur la nouvelle croûte solidifiée au-dessous, en donnant lieu à des cuvettes ou cirques crateriformes, plus ou moins étendus. C'est l'état où nous voyons aujourd'hui la Lune.

» Si, par suite d'éboulements sous-jacents, la résistance de la croûte diminue trop en un point, le gaz fait sauter cette partie faible; une bouffée de ce gaz pénètre dans l'atmosphère, la boursouflure se vide partiellement et la croûte se referme. N'est-ce pas là exactement ce qui est arrivé tout dernièrement au *Krakatau?*

» A quelle pression et à quelle température sont ces gaz? Quelle en est la nature? Si l'écorce terrestre a $30^{km}$ d'épaisseur sous les continents (chiffre assez probable), la pression doit être de 650 atmosphères et la température de 900° environ. Les formules de Clausius et de M. Sarrau montrent que, dans ces conditions, les gaz difficilement liquéfiables ont une densité inférieure à celle de l'eau ou peu supérieure. L'ordre de superposition s'établirait ainsi : hydrogène, méthane, azote, éthane, oxygène, anhydride carbonique. Mais il y a certainement beaucoup d'autres gaz stables dans ces conditions, peut-être l'acide chlorhydrique, l'hydrogène si-

licié, etc.; leur connaissance entraînerait probablement celle de la genèse des pétroles, du chlorure de sodium, de la silice en poussière lancée par les volcans, etc.

» Cette idée des cloches sous-continentales n'est pas une pure hypothèse. Il y a des faits et des choses qui nous paraissent la démontrer. Puisque la croûte terrestre n'a ni assez d'épaisseur, ni assez de rigidité, pour se tenir d'elle-même sur de grands espaces, il faut qu'elle se trouve dans son ensemble *en équilibre statique;* c'est-à-dire que, si l'on considère des colonnes verticales, de même section, allant de la surface jusqu'à une nappe de niveau inférieure prise dans le globe liquide, la quantité de matière contenue dans chacune de ces colonnes doit être partout la même. La compensation des $4000^{m}$ à $6000^{m}$ d'eau que contiennent les océans, et des $500^{m}$ à $600^{m}$ de terres qui émergent au-dessus, exige alors qu'il y ait au-dessous de ces terres *une zone de faible densité*, épaisse de $2^{km}$ à $4^{km}$ (par exemple).

» Les observations du pendule vérifient en gros la formule de Clairaut, ce qui prouve la compensation indiquée; mais les mesures plus récentes coordonnées entre elles par M. Defforges ([1]) font ressortir des anomalies régulièrement liées à la distribution relative des terres et des mers : augmentation de la pesanteur près des rivages, d'autant plus grande que la pente est plus forte, déficit à l'intérieur des terres. Toutes ces anomalies s'expliquent parfaitement bien si l'on admet la constitution que nous avons dite, et elles en donnent, en quelque sorte, une autre démonstration.

» Les régions continentales de l'écorce n'étant soutenues que par des gaz, on voit pourquoi elles sont plus plissées et plus irrégulières que les parties marines qui reposent sur du liquide.

» On voit aussi pourquoi il ne peut y avoir à l'intérieur des continents que des sources de gaz et aucun volcan rejetant des laves; pourquoi, dans le cours des siècles, la ligne côtière des volcans a successivement reculé en suivant les rivages, c'est-à-dire la ligne de contact de la surface liquide interne avec l'écorce solide; pourquoi le magnétisme terrestre subit de brusques changements au passage de cette ligne, qui limite les endroits où la surface est séparée du noyau liquide ferrugineux par des matières gazeuses.

---

([1]) *Comptes rendus* du 24 juillet 1893. Au lieu de faire la *courbe* des anomalies suivant un méridien, il serait encore plus instructif de la construire suivant un parallèle.

» Il n'est pas impossible d'expliquer les périodes glaciaires par des variations de l'atmosphère, dues à l'antagonisme entre les dégagements de gaz par les fentes de l'écorce et leur absorption par les matières en suspension dans les eaux.

» Puisque sous les mers la croûte terrestre touche le liquide igné, elle peut, par le refroidissement, continuer de s'accroître en épaisseur, tandis que sous les continents l'épaisseur doit rester à peu près constante, et même diminuer plutôt, jusqu'à l'effondrement définitif; notre idée s'accorde donc avec celle de M. Faye et lui apporte même un solide appui. Elle s'accorde parfaitement bien avec les conceptions de Green sur la forme légèrement tétraédrale de la Terre, avec celles de Laplace, de Suess et de M. Marcel Bertrand sur la formation de l'écorce et ses plissements concentriques.

» Tout cela demanderait à être développé plus qu'il n'est permis de le faire ici. Il me suffira, pour le moment, d'avoir esquissé cette idée des cloches sous-continentales, et indiqué les principales raisons qui militent en sa faveur. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur l'élimination des matières étrangères chez les Acéphales et, en particulier, chez les Pholades.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Le corps des Acéphales est, on le sait, enveloppé en partie par un manteau, formé tantôt de deux lobes plus ou moins soudés le long de leur bord, tantôt d'un véritable sac se prolongeant en arrière par deux siphons. Dans l'un et l'autre cas, l'eau extérieure, avec les matières qu'elle tient en suspension, est entraînée à l'intérieur de la cavité palléale. L'eau sert à la respiration; à cet effet, elle pénètre dans les chambres intrabranchiales et ressort par le siphon dorsal, quand il en existe un. Les particules étrangères, du moins les plus légères, sont amenées par le bord libre des branchies jusqu'à la bouche. En examinant le contenu du tube digestif, on n'y trouve jamais qu'une matière extrêmement ténue, formée particulièrement de Protozoaires, de spores d'algues, etc. Que deviennent dès lors les particules volumineuses, telles que les grains de sable, qui ont été entraînées dans la cavité palléale? Pour s'en rendre compte, il suffit d'entr'ouvrir légèrement la coquille et le manteau d'une Moule (*Mytilus edulis*) ou d'une Bucarde (*Cardium edule*) et de faire tomber sur la surface de son

corps une pluie de particules étrangères. On voit ainsi que celles qui sont volumineuses et qui ne sont pas, par suite, entraînées très loin par le courant d'eau afférent, tombent sur le manteau et sont rapidement amenées le long d'un sillon parallèle au bord épaissi de celui-ci. Là, on s'aperçoit bien vite que les particules s'engluent peu à peu de mucus et sont entraînées, par le jeu de cils vibratiles puissants, à la partie postérieure du manteau, où on les voit sortir soit en boules gélatineuses, soit en un cordon mucilagineux. Quant aux particules qui sont entraînées par le bord libre des branchies, elles sont amenées jusqu'à la bouche où les plus fines pénètrent; les plus grosses vont rejoindre les sillons ciliés que nous venons d'indiquer sur le manteau.

» Plus le manteau est fermé, mieux est assurée l'élimination des matières étrangères. Tel est le cas de la Pholade (*Pholas dactylus*), qui non seulement présente un manteau en forme de sac, prolongé par un très long siphon, mais encore vit dans un trou vertical où les corps étrangers arrivent très facilement. Chez ce mollusque, les tentacules dorsaux et ventraux sont volumineux et s'étendent jusqu'à la partie postérieure de la masse viscérale. Les palpes dorsaux sont soudés dans presque toute leur longueur au manteau, dont ils ne sont distincts qu'à l'extrémité. Les palpes ventraux sont libres, mais appliqués sur la masse viscérale. Les faces en regard de chaque tentacule sont marquées de stries très fines et très nombreuses, couvertes de cils vibratiles. On admet généralement que les palpes labiaux servent toujours à guider les matières alimentaires jusqu'à la bouche. Le plus souvent, en effet, il en est ainsi, quoique dans une très faible mesure. Chez les Pholades, sans doute en vertu du genre de vie spécial de ces animaux, on observe un renversement complet dans la marche des cils vibratiles.

» Une Pholade étant sortie de sa coquille, étalons-la sur le dos et fendons le manteau et le siphon ventral dans toute leur longueur; cette opération n'altère en rien la vitalité de l'animal. Comme nous l'avons fait tout à l'heure, laissons tomber une pluie de particules étrangères sur les tentacules et voyons quelle direction elles vont prendre. On assiste à un spectacle très net. Les particules tombées sur les tentacules dorsaux sont entraînées avec une rapidité remarquable, non pas vers la bouche, mais latéralement ou même en arrière. Elles sont ainsi amenées sur cette région du manteau qui est comprise à droite et à gauche, entre l'organe lumineux antérieur et le palpe. Dès lors, elles sont entraînées rapidement vers la région siphonaire, en même temps qu'un mucus les réunit, les concrète

en boules plus ou moins volumineuses. Les courants de droite et de gauche sont d'abord distincts, mais ils se réunissent, un peu plus bas que les cornes de l'organe lumineux antérieur, en un courant unique qui suit toute la ligne longitudinale ventrale du siphon ventral. Arrivées à l'extrémité du siphon, les particules sont entraînées au dehors.

» Les choses ne sont pas moins nettes avec les tentacules ventraux. Les matières, également entraînées transversalement le long des stries, sont amenées sur la masse viscérale. Là, les cils vibratiles les poussent rapidement en arrière, en les agglutinant de mucus. Les deux traînées, ainsi formées, glissent en se rapprochant l'une de l'autre, pour se confondre finalement en une seule, qui va jusqu'à la partie postérieure effilée de la masse viscérale; arrivé là, le cordon mucilagineux va rejoindre le sillon ventral du siphon, où il se mélange avec les matières rejetées par les tentacules dorsaux.

» Il n'y a donc pas de doute que les palpes servent principalement, chez la Pholade, à empêcher les particules étrangères volumineuses d'arriver à la bouche et, par suite, dans le tube digestif, dont les parois sont très délicates.

» Il est à noter que, chez l'animal intact, une partie des particules volumineuses sont arrêtées par les digitations ramifiées qui garnissent les bords du siphon buccal.

» Les faits que nous venons d'exposer expliquent aussi ce que deviennent les matériaux désagrégés par la Pholade, qui perce son trou soit dans l'argile, soit dans un rocher. Ces particules, détachées par le jeu du pied et de la coquille, s'introduisent naturellement dans l'espace qui sépare le pied des bords de l'orifice pédieux du manteau, et arrivent jusque dans la région buccale. Là, elles rencontrent les palpes labiaux qui les conduisent de proche en proche jusqu'à l'orifice du siphon ventral et, par suite, au dehors ([1]).

» F. Caillaud, qui a fort bien étudié le mode de perforation de la Pholade, s'exprime ainsi au sujet d'un de ces Mollusques mis en expérience : « Par son siphon *branchial*, il rejetait la poussière plus grosse de schiste » micacé et les fragments de feldspath et de quartz qui constituent la » roche. » Et, plus loin : « Le n° 1, toujours le plus vigoureux, fit trois » tours à gauche et un tour à droite en trois heures et demie, rejetant

([1]) Travail du Laboratoire de Saint-Vaast-la-Hougue (Manche).

» de toute la circonférence de son trou et de son siphon branchial les » détritus de la roche. »

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 AOUT 1893.

*Recherches expérimentales sur le cancérisme. Inoculabilité du cancer humain à la souris blanche* (Communication préliminaire), par le Dr F. FRANCOTTE et le Dr G. DE RECHTER. Bruxelles, F. Hayez, 1892; 1 broch. in-8°.

*Principes de Cosmogonie rationnelle*, par A. DUPONCHEL. Paris, 1893; 1 broch. gr. in-8°.

*Relatorio parcial apresentado ao Ministro da Industria, Viação e Obras publicas*, pelo Dr LUIZ CRULS, Chefa da Commissão. Rio-de-Janeiro, 1893; 1 vol. in-8°.

*The Flora of the Dakota group, a posthumous work*, by LEO LESQUEREUX. Edited by F.-H. Knowlton. Washington, 1891; 1 vol. in-4°.

*Gasteropoda and Cephalopoda of the Raritan Clays and Greensand Marls of the New-Jersey*, by ROBERT PARR WHITFIELD. Washington, 1892; 1 vol. in-4°.

*Geology of the Eureka district, Nevada*, with an atlas, by ARNOLD HAGUE. Washington, 1892; 1 vol. in-4° avec atlas.

*Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, aus dem Jahre 1892. Berlin, 1892; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 AOUT 1893.

*Traité d'Analyse*, par ÉMILE PICARD, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. Tome II. *Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. Introduction à la théorie des équations différentielles. Intégrales abéliennes et surfaces de Riemann*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; deuxième fascicule; 1 vol. in-8°.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XIX, n° 8. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Recherches concernant les inégalités planétaires du mouvement de la Lune*, par R. Radau. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

*Description des Brachiopodes, Bryozoaires et autres Invertébrés fossiles des terrains crétacés de la région sud des hauts plateaux de la Tunisie, recueillis en* 1885 *et* 1886 *par M.* Philippe Thomas, *membre de la mission de l'exploration scientifique de la Tunisie*, par Alphonse Péron. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 fascicule in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Sur la pression hydrostatique négative*, par G. Van der Mensbrugghe, Membre de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles, F. Hayez, 1893; 1 broch. in-8°.

*Sur la cause commune de la tension superficielle et de l'évaporation des liquides*, par G. Van der Mensbrugghe, Membre de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles, F. Hayez, 1893; 1 broch. in-8°.

*Illustrations de quelques fossiles nouveaux ou critiques des terrains tertiaires et secondaires de la Tunisie, recueillis en* 1885 *et* 1886 *par* Philippe Thomas. Planches XII, XIII, XIV dessinées d'après nature par F. Gauthier. Paris, Imprimerie nationale; 1 atlas gr. in-4°.

*Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année* 1891-1892. Rouen, Espérance Cagnard, 1893; 1 vol. in-8°.

*L'atmosphère, recueil de documents météorologiques*, publié par les soins de l'observatoire de la Tour Saint-Jacques, à Paris. Paris, Klincksieck, 1893; 1 vol. in-8°.

*Viagem em volta do Mundo*, por um estudiante da Escola Polytechnica. Rio-de-Janeiro, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

*El magnetismo terrestre en Filipinas* por el P. Ricardo Cirera, S. J., director de la Seccion magnetica. Manilla, 1893.

*Lehrbuch der Stereometrie und Trigonometrie in ausführlicher Darstellung*. Nebst einem Anhange, enthaltend : *Die Regeln über Potenz-, Wurzel-, Gleichungs-, Reihen und Logarithmenlehre*, von K.-L. Barthels. Wiesbaden, 1893; 1 vol. in-8°.

*Observatorio meteorologico de Manila bajo la direccion de los PP. de la*

*Compañia de Jesus. Observaciones verificadas durante el mes de febrero de* 1892. Manila, 1892; 1 broch. gr. in-4°.

COSTANTINO PITTEI. *Dell' origine, diffusione e perfezionamento del sistema metrico decimale.* Firenze, 1892; 1 broch. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 SEPTEMBRE 1893.

*Annales de Chimie et de Physique,* par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Sixième série. Septembre 1893. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie,* rédigé par MM. FREMY, REGNAULD, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGFLEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY, n° 5, 1er septembre 1893. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Annales des Ponts et Chaussées,* 1893, juillet. Paris. Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

*Revision des champignons tant supérieurs qu'inférieurs trouvés jusqu'à ce jour dans les Pays-Bas,* par C.-A.-J.-A. OUDEMANS, professeur de Botanique à Amsterdam. I. Amsterdam, J. Müller, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Verslagen en Mededeelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen.* Amsterdam, J. Müller, 1892; 1 vol. in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 SEPTEMBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LOEWY.

## MÉMOIRES LUS.

VITICULTURE. — *Traitement des Vignes phylloxérées, par les mousses de tourbe imprégnées de schiste*. Note de M. F. DE MÉLY.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les résultats du traitement dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie l'an dernier ont été contrôlés officiellement par M. Couanon, inspecteur général de l'Agriculture, et par M. de la Molère, inspecteur général de la Compagnie de Lyon. A la suite de leur visite, le Ministre de l'Agriculture a bien voulu m'écrire que mes expériences étaient assez intéressantes pour être continuées, et qu'il chargeait M. le Dr Crolas, de la Faculté de Lyon, de s'entendre avec moi pour organiser de nouvelles applications. Dans nombre de localités, d'ailleurs, le traitement que j'ai pré-

conisé est appliqué aujourd'hui; mais c'est principalement en Champagne qu'il sera précieux d'en connaître les effets. Nous nous trouvons là en présence d'une situation toute particulière. En effet, alors que le système radicellaire d'une Vigne normale, dans le centre de la France, s'élève au poids de $475^{gr}$, en Champagne les plus beaux ceps ne donnent que $13^{gr}$ de radicelles. Il y aurait donc là des craintes sérieuses d'asphyxie : en ce moment, on fait à Épernay des expériences aussi scientifiques que possible : nous en connaîtrons prochainement le résultat. Mais les essais que je viens signaler à l'Académie doivent faire espérer que les craintes du principe seront vaines.

» Cette année, comme l'an dernier, j'ai fait deux traitements, à $220^{gr}$ de mélange, c'est-à-dire à $22^{gr}$ de schiste lampant. Le sarment que je présente à l'Académie lui montrera l'incontestable vigueur de la Vigne, comparable aux plus belles Vignes greffées. A mon grand regret, il m'est impossible de parler de la récolte, car mon champ d'expérience a été dévasté par l'ouragan du 24 août, à la veille de la vendange, qui s'annonçait magnifique.

» Mais, à côté du traitement que j'appellerai *normal*, j'ai cru qu'il était indispensable de connaître la force de résistance de la Vigne aux émanations du schiste ainsi employé : j'ai traité alors un certain nombre de pieds avec $2^{kg}$, $1750^{gr}$, $1500^{gr}$, $1250^{gr}$, $1000^{gr}$ de mélange, c'est-à-dire avec $200^{gr}$, $175^{gr}$, $150^{gr}$, $125^{gr}$, $100^{gr}$ de schiste pur. Le sarment que je présente à l'Académie provient d'un cep traité à $200^{gr}$, au commencement de juin. Il a poussé admirablement; on y compte dix-sept sarments et dix-huit grappes de raisin. La nature semble même avoir voulu confirmer mon expérience, car j'ai trouvé au pied de ce même sarment un morceau de tourbe imprégnée de schiste, traversé de part en part par une radicelle.

» Quant au Phylloxera, voici ce que je constate aujourd'hui. Dans les ceps témoins, des cordons d'insectes descendent en suivant les cavernes des racines, de la surface du sol à l'extrémité; il ne reste pas trace de radicelles.

» Dans une nouvelle portion, que j'ai cru devoir traiter en juin malgré son triste aspect, sur le conseil de M. de la Molère, on rencontre encore quelques Phylloxeras, mais la Vigne n'a pas jauni.

» Dans la partie traitée depuis deux campagnes, et qui a repris son aspect admirable, on trouve sur les jeunes radicelles quelques piqûres, une, deux, comme des trous d'aiguille, certainement dues au Phylloxera, mais

je n'ai pu y découvrir l'insecte. Quant aux radicelles, elles sont absolument intactes, avec leur petit bout blanc, sans aucune déformation.

» Les ceps traités à haute dose sont, eux, absolument indemnes; on ne trouve sur leurs racines ni piqûres, ni trace de Phylloxera.

» Il faut certainement tenir compte ici de la sécheresse et de la chaleur extraordinaires par lesquelles nous venons de passer. Le Phylloxera a eu cette année l'occasion de se développer d'une façon absolument anormale, et la Vigne a été très éprouvée par la sécheresse. Les cicatrices qu'on remarquait l'an dernier sur les racines n'ont pu se faire cette année, faute d'humidité, et il est certain que les piqûres dont je viens de parler auraient passé inaperçues dans une année agricole ordinaire.

» Mais, en résumé, pour mes expériences, il ne pouvait y avoir d'année réellement plus défavorable; la Vigne américaine elle-même périt, atteinte par le Phylloxera; ma Vigne traitée, loin d'avoir souffert, a repris une vigueur nouvelle, qui doit inspirer toute confiance. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Domingos Freire** adresse une Note portant pour titre : « Nature et guérison du cancer [1] ».

(Commissaires : MM. Brown-Séquard, Bouchard, Guyon.)

M. **S. d'Odiardi** adresse, de Londres, une série de documents à l'appui de sa réclamation de priorité, au sujet des résultats thérapeutiques obtenus récemment par M. *d'Arsonval*.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Marey, Cornu, Lippmann.)

---

[1] Cette Note, datée du 30 juillet 1893, a été trouvée dans les papiers de notre regretté confrère, le Dr Charcot. C'est sur le désir exprimé à M. Pasteur par Mme Charcot, qu'elle est déposée aujourd'hui sur le bureau de l'Académie.

## CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des observations magnétiques récemment faites en Russie.* Note de M. **Vénukoff.**

« Deux séries de travaux sur le magnétisme terrestre, récemment effectués en Russie, sont dignes de l'attention du monde savant : d'une part, la détermination des éléments magnétiques dans l'Asie Centrale; d'autre part, les études sur les variations locales du magnétisme terrestre dans les différentes parties de la Russie d'Europe.

» Les observations asiatiques appartiennent toutes à M. Schwartz, de l'observatoire astronomique de Tachkent; elles ont été exécutées par lui pendant les années 1877-1886. En voici quelques résultats, rapportés par l'auteur au 1er janvier 1890 :

| Latitude N. | Longitude E. de Greenwich. | Noms des lieux d'observation. | Déclinaison occidentale. | Inclinaison. | Intensité horizontale; unités de Gauss. |
|---|---|---|---|---|---|
| 45°.11′ | 82°.17′ | Kaptagaï. . . . . . . . . . . . . . . . | 7°.21′ | 62°.10′ | 2,525 |
| 44.11 | 80.45 | Tchin-tcha-go-dzi (Dzoung.) | 7. 4 | 61. 5 | 2,573 |
| 43.55 | 81.18 | Kouldja (Dzoungarie) . . . . . | 6.38 | 60.52 | 2,587 |
| 43.31 | 77.42 | Malovodnoé. . . . . . . . . . . . . . . | 6.36 | 59.55 | 2,631 |
| 42.44 | 80.31 | Mouzart . . . . . . . . . . . . . . . . | 6.10 | 59.14 | 2,687 |
| 41.20 | 69.18 | Tachkent. . . . . . . . . . . . . . . . | 5.43 | 57. 9 | 2,697 |
| 40.54 | 68.43 | Tchinaz. . . . . . . . . . . . . . . . . | 5.30 | 56.25 | 2,741 |
| 40.32 | 72.47 | Och . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5.43 | 56. 4 | 2,785 |
| 40.24 | 71.47 | Marghélan. . . . . . . . . . . . . . . | 5.36 | 55.46 | 2,819 |
| 40.17 | 69.37 | Khodjent. . . . . . . . . . . . . . . . | 5.18 | 55.48 | 2,801 |
| 40. 7 | 67.50 | Djizak . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5. 9 | 55.15 | 2,796 |
| 39.41 | 73.52 | Ichkertam. . . . . . . . . . . . . . . | 5.37 | 55.10 | 2,848 |
| 39.39 | 66.58 | Samarkand . . . . . . . . . . . . . . | 5. 1 | 54.44 | 2,815 |
| 39. 3 | 66.49 | Chaar (Boukhara). . . . . . . . . | 4.47 | 53.57 | 2,843 |
| 39. 1 | 70.24 | Garm (Boukhara). . . . . . . . . | 5. 8 | 54.12 | 2,877 |
| 38.52 | 65.47 | Karchi (Boukhara). . . . . . . . | 4.41 | 53.39 | 2,846 |
| 38.35 | 68.48 | Duchambé (Boukhara). . . . . | 4.59 | 53.34 | 2,882 |
| 37.54 | 69.47 | Kouliab (Boukhara). . . . . . . | 5. 1 | 52.40 | 2,917 |
| 37. 6 | 70.35 | Badakchan (Afghanistan) . . | 4.25 | 51.54 | 2,964 |
| 36.42 | 67. 8 | Mazar-i-Chérif (Afghan.). . . | 3.58 | 50.55 | 2,984 |

» Je n'indique que vingt points d'observation, distribués entre 36°42′ et 45°11′ de latitude et 65°47′ et 82°17′ de longitude E. de Greenwich; mais le nombre total des points où M. Schwartz a étudié le magnétisme terrestre dépasse une centaine; ces points sont, d'ailleurs, contenus dans le même cadre de méridiens et de parallèles que les précédents. Toutes ces données expérimentales prouvent que la carte de lignes isogones, insérée dans le *Physicalischer Atlas* de Berghauss, n'est pas exacte pour l'Asie Centrale : en particulier, les degrés de la déclinaison acceptés, théoriquement, par le géographe allemand sont trop grands.

» Dans la Russie d'Europe, qui possède déjà, depuis plusieurs années des cartes magnétiques de M. de Tillo, on s'est préoccupé dernièrement de l'étude des variations locales du magnétisme terrestre. Sur l'insistance du général de Tillo, un observateur fut envoyé aux environs de Belgorod, où il a trouvé d'énormes déviations de la boussole; ces déviations s'étendaient parfois jusqu'à 180°, sur un espace de quelques dizaines de kilomètres carrés. On a, par conséquent, découvert une espèce de petit pôle magnétique, tout à fait local. Mais les résultats définitifs de cette expédition ne me sont pas encore connus. Au contraire, voici un fait exact de variations de la boussole, observé dans la province de Grodno; on y a trouvé qu'en certains endroits la déclinaison magnétique change de 10° sur une distance de $21^{km}$, ce qui est en désaccord complet avec la loi générale pour le pays, où les lignes isogones sont ordinairement parallèles entre elles et passent à la distance de $100^{km}$ l'une de l'autre. Dans le delta de la Néva, c'est-à-dire à Saint-Pétersbourg même et dans les environs, en observant la boussole, on a trouvé que, par exemple, la forteresse de Saint-Pierre-et-Paul fait dévier l'aiguille aimantée de 10°, certainement parce qu'une masse considérable de fer y est déposée (canons, projectiles, etc.). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Présence d'un ferment analogue à l'émulsine dans les Champignons, et en particulier dans les Champignons parasites des arbres ou vivant sur le bois*. Note de M. **Em. Bourquelot.**

« Malgré de nombreux travaux, nos connaissances sur les agents à l'aide desquels les Champignons parasites rendent assimilables les substances alimentaires qui entrent dans la composition des tissus végétaux sont encore peu avancées. Nous n'avons pas non plus de données positives

sur le mécanisme par lequel les Champignons lignicoles amènent la désagrégation et la destruction du bois. L'opinion la plus répandue est que ces Cryptogames produisent des ferments solubles agissant sur ces diverses substances à la façon des ferments digestifs; mais cette opinion est basée sur des analogies et non sur des preuves expérimentales.

» Les recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie établissent que de nombreux Champignons, et en particulier ceux qui se développent sur les arbres vivants ou morts, renferment un ferment soluble possédant la propriété de dédoubler divers glucosides (amygdaline, salicine, coniférine). Il n'est pas possible d'affirmer que ce ferment soit identique à l'émulsine des amandes; tout ce qu'on peut dire, c'est qu'il agit de la même façon et sur les mêmes corps que cette dernière.

» Pour rechercher ce ferment, j'ai eu recours à deux procédés qui m'ont également réussi. Dans l'un, le Champignon frais, récemment récolté, était exprimé ou placé dans une atmosphère saturée de vapeur d'éther ou de chloroforme, ce qui amène, comme on sait ([1]), une exsudation abondante de liquide tenant en dissolution une grande partie des principes contenus dans le suc cellulaire. Ce liquide était mis directement en contact, pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, avec une solution de glucoside; ou bien il servait à préparer, par précipitation à l'aide de l'alcool, un produit dont la solution aqueuse pouvait être utilisée comme le liquide lui-même.

» Dans le second procédé, le Champignon était trituré avec du sable et transformé en une pâte que l'on délayait dans de l'eau distillée. On jetait sur un filtre, et le liquide filtré était employé comme dans le premier procédé.

» Pour chaque essai, on faisait agir sur $0^{gr},20$ de glucoside une quantité de liquide correspondant à quelques grammes de Champignon frais. Dans quelques cas, l'action du ferment a été favorisée en maintenant le mélange, pendant trois ou quatre heures, à une température comprise entre 35° et 45°.

» Voici, comme exemples, trois essais effectués avec des Champignons différents : le premier sur de l'amygdaline, le deuxième sur de la coniférine, et le troisième sur de la salicine.

» *Polyporus sulfureus* (Bull.), espèce parasite du chêne, des saules arborescents,

---

([1]) *Sur la présence et la disparition du tréhalose dans les Champignons* (*Comptes rendus*, séance du 13 octobre 1890).

du peuplier, etc. Le Champignon que j'ai utilisé était jeune et avait été récolté sur le tronc d'un saule vivant. Il a d'abord été soumis à la presse, ce qui a fourni une assez grande quantité de liquide que l'on a filtré et traité par l'alcool à 95°. Le précipité obtenu a été desséché sur l'acide sulfurique. Après dessiccation, on en a prélevé $0^{gr},20$ que l'on a ajouté à une solution d'amygdaline renfermant $0^{gr},20$ de ce glucoside. Au bout de quarante-huit heures, la température étant de 20° à 22°, il y avait $0^{gr},064$ de glucose formé, ce qui correspond au dédoublement de 45,7 pour 100 de l'amygdaline contenue dans le mélange. Celui-ci exhalait une odeur très prononcée d'essence d'amandes amères.

*Auricularia sambucina* (Mart.), espèce vivant surtout sur les branches de sureau. Ce Champignon, traité par le second procédé, a fourni un liquide dont une portion a été directement additionnée de $0^{gr},20$ de coniférine. Au bout de trois jours de contact à la température ordinaire, il y avait $0^{gr},0958$ de glucose formé, ce qui correspond au dédoublement complet du glucoside.

*Polyporus fomentarius* (L.), Polypore amadouvier, espèce vivant en parasite sur le tronc et les branches de divers arbres, mais surtout du hêtre. Le Champignon examiné était jeune; il a été traité comme le *P. sulfureus;* seulement la solution de ferment a été additionnée de $0^{gr},20$ de salicine, et maintenue à la température de 40° pendant trois heures, puis abandonnée vingt-quatre heures à la température du laboratoire. Au bout de ce temps, il y avait $0^{gr},043$ de glucose formé, correspondant au dédoublement de 35,8 pour 100 de la salicine.

» Voici un Tableau des autres espèces dans lesquelles j'ai pu caractériser la présence du ferment :

| Nom des espèces. | Habitat. |
|---|---|
| *Hydnum cirrhatum* (Pers.). | Vieux troncs de hêtres. |
| *Trametes gibbosa* (Pers.). | » peupliers. |
| *Polyporus applanatus* (Pers.). | Troncs de peupliers et de saules. |
| » *squamosus* (Huds.). | Parasite du noyer. |
| » *betulinus* (Bull.) | » bouleau. |
| » *lacteus*, Fr. | Branches de hêtres morts. |
| *Fistulina hepatica* (Huds.). | Parasite du chêne. |
| *Boletus parasiticus*, Bull. | » des *Scleroderma*. |
| *Lentinus ursinus*, Fr. | Troncs pourrissant. |
| *Hypholoma fasciculare* (Huds.). | Vieilles souches. |
| *Pholiota ægerita*, Fr. | Parasite du peuplier. |
| » *mutabilis* (Schaeff.). | Vieilles souches. |
| *Claudopus variabilis* (Pers.). | Arbres morts tombés. |
| *Collybia fusipes* (Bull.). | Au pied des arbres. |
| » *radicata* (Relh.). | Souches enterrées. |
| *Phallus impudicus*, Lin. | A terre? |
| *Hypoxylon coccineum*, Bull. | Branches mortes de hêtres. |
| *Xylaria polymorpha* (Pers.). | Vieux troncs d'arbres. |
| *Fuligo varians* (Som.). | Sciure de peuplier. |

» Dans les espèces suivantes, au contraire, il ne m'a pas été possible de déceler trace de ferment :

| Nom des espèces. | Habitat. |
|---|---|
| *Lactarius vellereus*, Fr. | A terre. |
| *Russula cyanoxantha* (Schaeff.). | » |
| » *delica* (Vaill.). | » |
| *Nyctalis asterophora*, Fr. | Parasite des Russules. |
| *Amanita vaginata* (Bull.). | A terre. |
| *Scleroderma verrucosum* (Bull.). | Terrains sablonneux. |
| *Aleuria vesiculosa* (Bull.). | Fumiers, jardins [1]. |
| *Peziza aurantia* (Fl. dan.). | Terre humide. |
| *Tuber æstivum*, Vitt. | ? |

» On voit à l'examen de ces deux Tableaux que le ferment des glucosides se trouve presque exclusivement dans les Champignons parasites des arbres ou vivant sur le vieux bois. Or on sait que parmi les principes immédiats que renferment l'écorce, le cambium et même le ligneux des arbres, se trouvent des glucosides. C'est ainsi que dans les peupliers et les saules, si souvent envahis par les Polypores, on rencontre de la populine et de la salicine; dans les pommiers de la phlorizine, dans les pins de la coniférine. On peut donc supposer que le ferment en question permet aux espèces qui le produisent d'utiliser pour leur nourriture ces divers glucosides, ceux-ci fournissant, entre autres produits de décomposition, du glucose, sucre directement assimilable. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une méthode de détermination de la densité des gaz, applicable à l'industrie.* Note de M. **Maurice Meslans**, présentée par M. Henri Moissan.

« Malgré les appareils ingénieux imaginés pour en simplifier les manipulations, l'analyse des gaz a bien peu pénétré jusqu'ici dans l'industrie. Il y a cependant un puissant intérêt à connaître la composition des produits gazeux qui prennent naissance dans un grand nombre d'opérations industrielles aux diverses périodes d'une fabrication, soit pour préciser le mécanisme des réactions qu'ils accompagnent, soit pour en surveiller la marche.

(1) A été trouvée cependant sur sciure de peuplier.

» La détermination de la densité de ces gaz peut, croyons-nous, fournir de précieuses indications et, dans un grand nombre de cas, faire connaître avec autant de certitude que l'analyse la composition de mélanges gazeux simples. Cela m'a engagé à rechercher une méthode rapide, qui n'exigeât aucune manipulation et qui fût susceptible de donner la densité des gaz aussi aisément que les aréomètres donnent celles des liquides.

» La méthode que j'ai adoptée consiste à plonger, l'une dans l'air, l'autre dans le gaz à étudier (placées dans les mêmes conditions), deux sphères creuses de même volume, préalablement équilibrées dans l'air. L'équilibre est rompu et un poids P est nécessaire pour le rétablir. P représente la différence des pertes de poids éprouvées par les deux sphères.

» Celle qui est plongée dans l'air perd un poids

$$p = \frac{0,001293\,vH}{(1+\alpha t)\,760}.$$

» Celle qui est immergée dans le gaz de densité $d$ (les conditions de température et de pression étant les mêmes) a perdu

$$p' = \frac{0,001293\,vH}{(1+\alpha t)\,760}\,d$$

et

$$P = p' - p = \frac{0,001293\,vH}{(1+\alpha t)\,760}\,(d-1).$$

» La densité du gaz est donc

$$d = 1 + P\,\frac{760}{0,001293\,v}\,\frac{1+\alpha t}{H}.$$

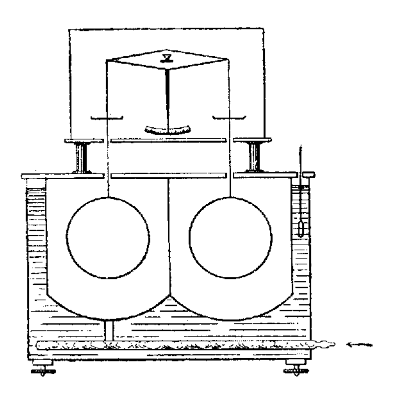
» Le volume $v$ des ballons a été déterminé avec soin et la quantité $\frac{760}{0,001293\,v} = k$ est la constante de l'instrument.

» L'appareil qui permet de réaliser ces conditions se compose, en outre des sphères [1] et de la balance, d'une caisse à doubles parois métalliques divisée en deux compartiments complètement séparés, dans chacun desquels est logée l'une des sphères. Un couvercle laisse seulement passer les fils de suspension. L'intervalle entre les parois est rempli d'eau, afin d'assurer l'égalité de température dans les deux compartiments. Ceux-ci sont primitivement remplis d'air, afin d'équilibrer les deux ballons.

---

[1] Les sphères sont en verre, ou en métal embouti (aluminium ou cuivre doré).

» L'un des compartiments porte, à la partie inférieure, un tube métallique assez long, bourré de tournure de cuivre et immergé dans l'eau de la caisse. Ce tube vient déboucher au dehors; il sert à introduire le gaz dont on veut déterminer la densité et à lui faire prendre la température



de l'appareil. Ce gaz a été préalablement séché; des matières desséchantes sont également placées dans les deux compartiments.

» On fait arriver ainsi le gaz dans la boîte pour chasser l'air, et l'on maintient un courant lent et continu.

» Quand on veut prendre la densité du gaz, il suffit de rétablir l'équilibre en ajoutant un poids convenable P dans l'un des plateaux de la balance, et de lire la température de l'appareil et la pression atmosphérique. La densité est donnée de suite par la formule très simple

$$d = 1 + Pk \frac{1 + \alpha t}{H} \text{ (}^1\text{)}.$$

La détermination de la densité du gaz se réduit donc à une pesée unique, et peut être fréquemment renouvelée. Si l'on a soin de maintenir le courant gazeux dans l'appareil, on peut suivre ainsi les variations de composition des gaz aux diverses périodes d'une opération.

» La détermination est susceptible d'une assez grande exactitude, qui est fonction de la sensibilité de la balance et de la perfection du jaugeage des ballons.

---

([1]) Il est facile de dresser une table, à deux entrées, où seront calculées d'avance les valeurs de $k \times \frac{1 + \alpha t}{H}$ pour les différentes valeurs ordinaires de $t$ et H.

» Dans le but de rendre l'application de cette méthode plus pratique, j'ai modifié, en collaboration avec M. Georges Frère, ce premier appareil, de façon à en faire un véritable densimètre pour les gaz. Un courant continu de gaz circule dans l'appareil, et les variations de la densité, et par conséquent de la composition du mélange gazeux, sont indiquées d'une façon continue et automatique, par la situation de l'aiguille de la balance sur un cadran convenablement divisé. On peut ainsi connaître à tous les instants la composition des produits gazeux par une simple lecture.

» L'application que nous avions surtout en vue, en créant cet appareil, était l'étude méthodique de la combustion dans divers systèmes de foyers, et surtout le réglage de l'admission de l'air dans les foyers générateurs, fours, etc.

» A part quelques usines, trop peu nombreuses, dans lesquelles on pratique l'analyse des gaz de foyers, on peut dire que la combustion est toujours effectuée avec un grand excès d'air, non seulement inutile, mais nuisible, et qui est quelquefois 10 fois égal au volume nécessaire. Il en résulte une perte considérable de combustible. La cause en est dans l'ignorance où l'on se trouve de la composition des gaz de combustion, et dans le défaut de réglage de l'air qui en résulte nécessairement.

» La détermination de la densité des produits gazeux permet de se rendre compte très facilement de cet état de choses.

» A de rares exceptions près, on peut considérer les gaz de foyer comme formés du produit normal de combustion (79 volumes d'Az et 21 volumes de $CO^2$) dont la densité est voisine de 1,0875, et de l'air en excès. La densité des gaz varie donc avec l'excès d'air.

» L'appareil est gradué de façon que chaque position de l'aiguille indique la proportion d'acide carbonique renfermée dans le gaz, et cette proportion, qui est théoriquement 21 pour 100, n'atteint dans la pratique que 18 pour 100, sauf dans l'emploi des gazogènes. Dans un grand nombre d'usines, elle varie entre 8 et 6, et tombe dans bien des cas malheureusement à 4 et même à 2.

» Les indications fournies par l'appareil permettent de modifier l'admission de l'air et d'éviter des combustions aussi onéreuses. Cet appareil nous a permis d'entreprendre l'étude des conditions de meilleure marche dans les divers systèmes de chauffage.

» Une autre application de cet appareil, qui a également fixé notre attention, est relative à la recherche et au dosage du grisou. Avec des sphères d'un litre de capacité et en faisant usage d'une balance sensible au demi-

milligramme, on peut facilement dénoter la présence de $\frac{1}{1000}$ de méthane dans l'air et doser ce gaz avec une approximation semblable. Nous nous proposons de poursuivre cette étude dans une mine grisouteuse et d'employer notre appareil soit comme avertisseur, soit pour le dosage continu du grisou dans l'atmosphère des mines. »

M. **Léopold Hugo** adresse deux Notes portant pour titres : « Sur la syndromie arithmétique des deux constellations arctiques » et « Considérations sur l'axe de rotation dans l'espace. »

M. **Genevée** adresse une Note relative aux conditions d'équilibre de la balance.

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 11 septembre 1893.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. 2e série, juin 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Memorie dell' Accademia medico-chirurgica di Ferrara*. Anno 1892-1893. Ferrara; 1 vol. in-8°.

*Catalog der farbigen Sterne zwischen dem Nordpol und 23 Grad südlicher Declination mit besonderer Berücksichtigung des Spectraltypus*, von Friedrich Krueger. Kiel, 1893; 1 vol. in-4°.

*Estadistica general de la Republica Mexicana* a cargo del Dr Antonio Penafiel. Mexico, 1892; 1 vol. in-4°.

*Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1892*. Herausgegeben vom Director Professor Dr Paul Schreiber. Chemnitz, 1893; 1 vol. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 18 SEPTEMBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Tisserand** fait hommage à l'Académie d'un nouveau Volume des « Annales de l'Observatoire de Paris », contenant les Observations de 1885. Il signale, en particulier, un appendice important de M. Bigourdan, relatif à des instructions sur l'usage de l'équatorial.

### MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la denture de l'engrenage hyperboloïdal;* par M. **H. Resal.**

« Le principe de ce mécanisme (lequel a pour objet de transformer l'une dans l'autre deux rotations non comprises dans un même plan) a été énoncé pour la première fois par Belanger dans ses *Leçons à l'École*

*Polytechnique* (1852-60); toutefois Belanger s'en est tenu aux hyperboloïdes primitifs. M. Reuleaux, dans son *Constructeur*, propose une détermination approximative des dents au moyen de deux cônes complémentaires, à l'exemple de ce que l'on fait pour l'engrenage conique. Mais, comme les plans tangents aux cônes suivant leur génératrice commune (en direction) ne coïncident pas, la méthode ci-dessus ne paraît pas pouvoir se justifier. Il n'est pas, à ma connaissance, d'autre auteur qui se soit occupé de la denture; il y a donc une lacune que je vais essayer de combler, après avoir repris sommairement la question des hyperboloïdes primitifs.

» *Hyperboloïdes primitifs* — Soient

$OO' = \Delta$ la plus courte distance des axes $Oz$, $O'z'$ autour desquels les solides (S), (S') sont animés de rotations $-\omega$, $\omega'$ dont les sens respectifs sont de la droite vers la gauche et *vice versa*, en ayant les pieds en O, O';

$k = \frac{\omega'}{\omega}$ un nombre donné;

$\alpha$ l'angle de $Oz$, $O'z'$;

$\Omega = \omega\sqrt{1 + k^2 + 2k\cos\alpha}$ la résultante de $+\omega$, $\omega'$;

$\lambda$, $\lambda'$ les angles formés par la direction de $\Omega$ avec celles de $Oz$, $O'z'$;

$I\zeta$ l'axe instantané de rotation et de glissement de (S') dans son mouvement relatif par rapport à (S);

$a = IO$, $a' = IO'$ les rayons des circonférences de gorge des hyperboloïdes engendrés par $I\zeta$ en tournant autour de $Oz$, $O'z'$;

U la vitesse relative de glissement de (S'), par rapport à (S), suivant $I\zeta$.

» On a

$$\sin\lambda = \frac{\omega'}{\Omega}\sin\alpha, \qquad \cos\lambda = \frac{\omega + \omega'\cos\alpha}{\Omega}, \qquad \operatorname{tang}\lambda = \frac{k\sin\alpha}{1 + k\cos\alpha},$$

$$\sin\lambda' = \frac{\omega}{\Omega}\sin\alpha, \qquad \cos\lambda' = \frac{\omega' + \omega\cos\alpha}{\Omega}, \qquad \operatorname{tang}\lambda' = \frac{\sin\alpha}{k\cos\alpha}.$$

$$(1) \qquad k = \frac{\sin\lambda}{\sin\lambda'},$$

$$(2) \qquad U = -\frac{\Delta k\Omega\sin\alpha}{1 + k^2 + 2k\cos\alpha} = -h\Omega,$$

$$(3) \qquad \begin{cases} a = \dfrac{\Delta k(k + \cos\alpha)}{1 + k^2 + 2k\cos\alpha} = \Delta\dfrac{\sin\lambda\cos\lambda'}{\sin\alpha}, \\[2ex] a' = \dfrac{\Delta(1 + k\cos\alpha)}{1 + k^2 + 2k\cos\alpha} = \Delta\dfrac{\sin\lambda'\cos\lambda}{\sin\alpha}, \end{cases}$$

$$(4) \qquad \frac{a'}{a} = \frac{\operatorname{tang}\lambda'}{\operatorname{tang}\lambda},$$

$$(5) \qquad h = a\operatorname{tang}\lambda' = a'\operatorname{tang}\lambda.$$

» *Plans qui limitent les roues.* — La partie utilisée de chacun des hyperboloïdes (S), (S′) est limitée par deux plans perpendiculaires à l'axe. Les plans limites des deux roues coupent respectivement $I\zeta$ aux mêmes points.

» Soient

$l$ la portion de $I\zeta$ interceptée par les plans moyens des deux roues;
$2\varepsilon$ celle qui est interceptée par les plans limites;
$R$, $R'$ les rayons des parallèles de (S), (S′) correspondant à $l$;
$R_1$, $R'_1$ » $l+\varepsilon$;
$R_2$, $R'_2$ » $l-\varepsilon$.

» On a

$$R = \sqrt{a^2 + l^2 \sin^2\lambda}, \qquad R' = \sqrt{a'^2 + l^2 \sin^2\lambda'},$$
$$R_1 = \sqrt{a^2 + (l+\varepsilon)^2 \sin^2\lambda}, \qquad R'_1 = \sqrt{a'^2 + (l+\varepsilon)^2 \sin^2\lambda'},$$
$$R_2 = \sqrt{a^2 + (l-\varepsilon)\ \sin^2\lambda}, \qquad R'_2 = \sqrt{a'^2 + (l-\varepsilon)^2 \sin^2\lambda}.$$

» Le plus grand des rapports $\frac{\varepsilon\cos\lambda}{R}$, $\frac{\varepsilon\cos\lambda'}{R'}$ n'atteint pas ordinairement $\frac{1}{3}$.

» *Conditions que doivent remplir les formes de deux dents en contact.* — En continuant à supposer (S) ramené au repos, soient $m$ un point de contact du couple; $mJ$ sa distance à $I\zeta$. En transportant la rotation $\Omega$ en $m$, on obtiendra la translation $\Omega.\overline{mJ}$ dont la résultante V avec U devra être située dans le plan tangent commun au couple de dents.

» *Étant donnée la forme des dents de l'une* (S) *des roues, déterminer celle des dents de l'autre roue.* — Nous ne considérons ici que le mouvement réel.

» Soient

$O'x'$ la direction du rayon de la circonférence de gorge de l'hyperboloïde (S′), mené à la position $I'_1$ que prend le point I de cette circonférence au bout du temps $t$;

$\theta'$ l'angle $\widehat{x'O'I'_1}$;
$O'y'$ la perpendiculaire à $O'x'$ menée dans le sens de l'accroissement de $\theta'$;
$O'x'_1$, $O'y'_1$ les positions de $O'x'$, $O'y'$ pour $\theta' = 0$;

$$(6) \qquad f(x', y', z') = 0$$

l'équation de la surface de la dent de (S′). On a

$$x' = x'_1 \cos\theta' + y'_1 \sin\theta', \qquad y' = y'_1 \cos\theta' - x_1 \sin\theta'.$$

» Prenons la direction IO′ pour axe des $\chi$ et pour axe des $\eta$ la position que prend la droite I$\zeta$ quand, en se plaçant suivant O′I en ayant les pieds en I, on la fait tourner de 90° de gauche à droite. On a

$$x'_1 = a' - \chi, \qquad y'_1 = \eta\cos\lambda' - \zeta\sin\lambda', \qquad z' = \zeta'\cos\lambda' + \eta\sin\lambda',$$

par suite

$$(a) \qquad \left\{ \begin{aligned} x' &= (a' - \chi)\cos\theta' + (\eta\cos\lambda' - \zeta\sin\lambda')\sin\theta', \\ y' &= (\eta\cos\lambda' - \zeta\sin\lambda')\cos\theta' - (a' - \chi)\sin\theta', \\ z' &= \zeta\cos\lambda' + \eta\sin\lambda'. \end{aligned} \right.$$

» En substituant ces valeurs dans l'équation (6), on en obtiendra une autre de la forme

$$(6') \qquad F(\chi, \eta, \zeta, \theta') = 0,$$

où, dans ce qui suit, $\theta'$ sera une constante.

» Soient $\chi'$, $\eta'$, $\zeta'$ les coordonnées d'un point de contact d'un couple de dents; $\alpha'$, $\beta'$, $\gamma'$ les angles de la direction de V avec I$\chi$, I$\eta$, I$\zeta$; on a

$$V\cos\alpha' = -\Omega\eta', \qquad V\cos\beta' = \Omega\chi', \qquad V\cos\gamma' = U$$

et, pour les équations de la direction de V,

$$\chi - \chi' = -\frac{\Omega\eta'}{U}(\zeta - \zeta') = \frac{\eta'}{h}(\zeta - \zeta'), \qquad \eta - \eta' = -\frac{\chi'}{h}(\zeta - \zeta');$$

comme elles doivent vérifier l'équation du plan tangent

$$(\chi - \chi')\frac{\partial F}{\partial \chi'} + (\eta - \eta')\frac{\partial F}{\partial \eta'} + (\chi - \chi')\frac{\partial F}{\partial \zeta'} = 0,$$

il vient

$$\eta'\frac{\partial F}{\partial' \chi} - \chi'\frac{\partial F}{\partial \eta'} + h\frac{\partial F}{\partial \zeta'} = 0,$$

ou, en supprimant les accents devenus inutiles,

$$(b) \qquad \eta\frac{\partial F}{\partial \chi} - \chi\frac{\partial F}{\partial \eta} + h\frac{\partial F}{\partial \zeta} = 0.$$

» Les équations ($a$) donnent

$$(c) \qquad \left\{ \begin{aligned} \chi &= a' - (x'\cos\theta' - y'\sin\theta'), \\ \eta &= (x'\sin\theta' + y'\cos\theta')\cos\lambda' + z'\sin\lambda', \\ \zeta &= z'\cos\lambda' - (x'\sin\theta' + y'\cos\theta')\sin\lambda'. \end{aligned} \right.$$

On a identiquement

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial f}{\partial x'}dx' + \frac{\partial f}{\partial y'}dy' + \frac{\partial f}{\partial z'}dz' \\
&\quad = \frac{\partial F}{\partial \chi}dx + \frac{\partial F}{\partial \eta}d\eta + \frac{\partial F}{\partial \zeta}d\zeta \\
&\quad = \frac{\partial F}{\partial x}(-dx'\cos\theta' + dy'\sin\theta') \\
&\quad\quad + \frac{\partial F}{\partial \eta}[(dx'\sin\theta' + dy'\cos\theta')\cos\lambda' + dz'\sin\lambda'] \\
&\quad\quad + \frac{\partial F}{\partial \zeta}[dz'\cos\lambda' - (dx'\sin\theta' + dy'\cos\theta')\sin\lambda'];
\end{aligned}$$

d'où

$$\frac{\partial F}{\partial \chi} = \frac{\partial f}{\partial y'}\sin\theta' - \frac{\partial f}{\partial x'}\cos\theta', \qquad \frac{\partial F}{\partial \eta} = \left(\frac{\partial f}{\partial x'}\sin\theta' + \frac{\partial f}{\partial y'}\cos\theta'\right)\cos\lambda' + \frac{\partial f}{\partial z'}\sin\lambda',$$

$$\frac{\partial F}{\partial \zeta} = \frac{\partial f}{\partial z'}\cos\lambda' - \left(\frac{\partial f}{\partial x'}\sin\theta' + \frac{\partial f}{\partial y'}\cos\theta'\right)\sin\lambda',$$

et l'équation $(b)$ devient

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned}
&- [(y' + a'\sin\theta')\cos\lambda' + (z'\cos\theta' + h\sin\theta')\sin\lambda']\frac{\partial f}{\partial x'} \\
&+ [(x' - a'\cos\theta')\cos\lambda' + (z'\sin\theta' - h\cos\theta')\sin\lambda']\frac{\partial f}{\partial y'} \\
&+ [(x'\cos\theta' - y'\sin\theta' - a')\sin\lambda' + h\cos\lambda']\frac{\partial f}{\partial z'} = 0.
\end{aligned}\right.$$

» Les équations (6) et (7) sont celles de la *ligne de contact* sur la dent de (S'). Nous supposerons que cette dent passe par la génératrice de l'hyperboloïde, et alors $I\zeta$ sera évidemment une ligne de contact, ce qu'il est facile, d'ailleurs, de vérifier; car, pour $\theta' = 0$, $\chi' = 0$, $\eta = 0$, la fonction F doit être indépendante de $\zeta$, et l'équation (6) est satisfaite.

» Prenons maintenant le point O pour origine; soient OO' la direction des $x_1$, $Oy_1$ celle de la projection de $\Omega$ sur le cercle de gorge de (S). Nous avons

$$x'_1 = \Delta - x_1, \qquad y'_1 = y_1\cos\alpha - z\sin\alpha, \qquad z' = z\cos\alpha + y_1\sin\alpha;$$

par suite,

$$\begin{aligned}
x' &= (\Delta - x_1)\cos\theta' + (y_1\cos\alpha - z\sin\alpha)\sin\theta', \\
y' &= (y_1\cos\alpha - z\sin\alpha)\cos\theta' - (\Delta - x_1)\sin\theta', \\
z' &= z\cos\alpha + y_1\sin\alpha.
\end{aligned}$$

» Soient $Ox$ la direction du rayon menée à la position $I_1$ de I sur la cir-

conférence de gorge de (S) contemporaine de $I'_1$;

$$\widehat{xOx_1} = \theta = \int \omega \, dt = \frac{1}{k}\int \omega' \, dt = \frac{\theta'}{k};$$

on a

$$x_1 = x\cos\theta - y\sin\theta, \qquad y_1 = y\cos\theta + x\sin\theta;$$

par suite,

$$(d) \qquad \left\{ \begin{aligned} x' &= (\Delta - x\cos\theta + y\sin\theta)\cos k\theta \\ &\quad + [(y\cos\theta + x\sin\theta)\cos\alpha - z\sin\alpha]\sin k\theta, \\ y' &= [(y\cos\theta + x\sin\theta)\cos\alpha - z\sin\alpha]\cos k\theta \\ &\quad - (\Delta - x\cos\theta + y\sin\theta)\sin k\theta, \\ z' &= z\cos\alpha + (y\cos\theta + x\sin\theta)\sin\alpha. \end{aligned} \right.$$

» En portant ces valeurs dans les équations (6), (7), on obtiendra deux équations de la forme

$$(8) \qquad \mathcal{F}(x, y, z, \theta) = 0, \quad \mathcal{F}_1(x, y, z, \theta) = 0,$$

et, en éliminant $\theta$ entre elles, on aura celle de la surface de la dent de (S).

» Pour une valeur donnée de $\theta$, les équations (8) sont celles de la ligne de contact de cette dent correspondant à celle de la dent de (S') pour $\theta' = k\theta$.

» En supposant $z = (l \pm \varepsilon)\cos\lambda$ et faisant varier $\theta$ à partir de 0, les équations (8) permettront de tracer, par points, les intersections de la surface de la dent de (S) avec les plans limites de la roue, intersections qui, avec les lignes de contact, détermineront la surface.

» *Pas. Nombres des dents.* — Soient $s$, $s'$ les arcs décrits au bout du temps $t$ par les points des circonférences $(R_1)$, $(R'_1)$ qui se trouvaient primitivement sur $I\zeta$. On a

$$s = R_1 \int \omega \, dt, \quad s' = R'_1 \int \omega' \, dt = R'_1 k \int \omega \, dt$$

d'où

$$\frac{s}{s'} = \frac{R_1}{k R'_1}.$$

» Supposons que $s$, $s'$ soient les pas des traces des dents en prise sur les plans de $(R_1)$, $(R'_1)$, que $n$, $n'$ désignent les nombres des dents des deux roues; on a

$$s = \frac{2\pi R_1}{n}, \qquad s' = \frac{2\pi R'_1}{n'},$$

par suite $\frac{n}{n'} = k$, comme pour les engrenages cylindriques et coniques,

quoique les pas ne soient pas généralement égaux. En choisissant en conséquence $n$, $n'$, les pas seront connus et l'on pourra tracer les intersections des dents avec les circonférences $(R_1)$, $(R'_1)$ et par suite les traces des dents sur les hyperboloïdes. Les dents seront limitées par les lignes de contact correspondant à $\theta = \frac{2\pi}{n}$.

» *Formes des flancs.* — Les formes les plus simples pour le flanc de chacune des roues, soit (S') par exemple, sont les suivantes :

» 1° *Normalie de l'hyperboloïde suivant sa génératrice*

$$(x' - a')(z'\cos\lambda' - y'\sin\lambda') + (z'\tang\lambda' + y')a'\sin\lambda' = 0.$$

» 2° *Lieu des perpendiculaires abaissées des points de la génératrice sur* $O'z'$

$$a'y' + x'z'\tang\lambda' = 0,$$

» 3° *Plan passant par la génératrice et par le centre de la circonférence* $(R'_1)$

$$(6'') \qquad (x' - a')l\sin\lambda' + a'(y' + z'\tang\lambda') = 0.$$

» Nous nous arrêterons à cette dernière forme parce qu'elle conduit à la construction la plus simple. L'équation (7) devient

$$(7') \quad \left\{ \begin{array}{l} -[(y' + a'\sin k\theta)\cos\lambda' + (z'\cos k\theta + h\sin k\theta)\sin\lambda']l\sin\lambda', \\ +[(x' - a'\cos k\theta)\cos\lambda' + (z'\sin k\theta - h\cos\theta)\sin\lambda']a', \\ +[(x'\cos k\theta - y'\sin k\theta - a')\sin\lambda' + h\cos\lambda']a'\tang\lambda' = 0. \end{array} \right.$$

» Les lignes de contact des flancs de (S') sont donc rectilignes; il en est de même de celles de la tête de (S), puisqu'en substituant les valeurs ($d$) dans (6″) et (7′) on obtient deux équations linéaires en $x$, $y$, $z$. La forme de la tête est donc une surface réglée.

» Cas spéciaux. — 1° *Engrenage cylindrique.* — On a

$$\lambda = 0, \qquad \lambda' = 0, \qquad \text{par suite} \qquad h = 0, \qquad y' = 0,$$

et l'on retombe sur des formules connues.

» 2° *Engrenage conique.* — On a

$$0 = a = a' = \Delta, \qquad h = 0 \qquad \text{et} \qquad k = \frac{\sin\lambda}{\sin\lambda'}.$$

» 3° $l = 0$. La disposition n'est admissible que si $\Delta$ n'est pas trop petit.

» En substituant les valeurs ($d$) dans les équations (6″) et (7′), on ob-

tient

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} &(\sin\theta\cos\alpha\cos k\theta + \cos\theta\sin k\theta + \sin\theta\sin\alpha\,\text{tang}\lambda')x \\ &+ (\cos\theta\cos\alpha\cos k\theta - \sin\theta\sin k\theta + \cos\theta\sin\alpha\,\text{tang}\lambda')y \\ &+ (-\sin\alpha\cos k\theta + \cos\alpha\,\text{tang}\lambda')z - \Delta\sin k\theta = 0, \end{aligned}\right.$$

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} &\left[-\cos\theta(\cos k\theta + \text{tang}^2\lambda') + \sin\theta\frac{\cos\lambda}{\cos\lambda'}\sin k\theta\right]x \\ &+ \left[\sin\theta(\cos k\theta + \text{tang}^2\lambda') + \cos\theta\frac{\cos\lambda}{\cos\lambda'}\sin k\theta\right]y \\ &- \sin k\theta\frac{\sin\lambda}{\cos\lambda'}z + a(\cos k\theta + \text{tang}^2\lambda') + h\,\text{tang}\lambda'(1 - \cos k\theta) = 0. \end{aligned}\right.$$

» Pour $\theta = 0$ ces équations donnent

$$y = z\,\text{tang}\lambda, \qquad x = a, \qquad \frac{\partial y}{\partial x} = 0,$$

ce qui est une vérification. »

## CORRESPONDANCE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les étoiles filantes du mois d'août 1893 observées en Italie.* Note du P. **François Denza**, présentée par M. Lœwy.

« Des communications nombreuses que nous avons reçues jusqu'à présent de toute la Péninsule (depuis Oderzo, près Trévise, jusqu'à Pelagonia, près Catane), il résulte que l'apparition périodique des étoiles filantes au mois d'août a été observée presque partout dans des conditions relativement favorables. Le ciel est resté partout assez clair; çà et là seulement des nuages et des brouillards ont empêché une bonne observation, particulièrement dans les derniers jours. L'absence de la lune a naturellement favorisé partout l'observation du ciel. Le nombre des météores est allé progressivement en augmentant après le 1<sup>er</sup> août, et a atteint son maximum la nuit du 10 au 11 août, dans laquelle l'apparition devint de beaucoup plus splendide que dans ces dernières années.

» Pour donner une idée plus exacte des observations que l'on a faites, nous présentons ci-après les résultats obtenus pendant les quatre nuits du 9 au 12, dans les principales stations de notre Association météorologique. Afin qu'on puisse comparer, autant que possible, ces résultats entre eux, nous avons réduit les nombres des météores observés à quatre observateurs dans chaque station.

| | Observateurs. | 9-10. | 10-11. | 11-12. | 12-13. | Totaux. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oderzo (Trévise) | 1 | 28 | 40 | 64 | 48 | 180 |
| Vérone | 1 | » | 376 | 280 | 144 | 800 |
| Aprica (Sondrio) | 1 | 252 | 312 | 392 | 192 | 1148 |
| Passerano (Bergame) | 1 | 152 | 180 | 100 | 48 | 496 |
| Pavia | 11 | 178 | 385 | 476 | 170 | 1209 |
| Camburzano (Bielle) | 1 | 72 | 12 | 164 | 240 | 488 |
| Montaldo (Turin) | 2 | 54 | 60 | » | » | 114 |
| Moncalieri | 2 | 152 | 522 | 146 | 122 | 922 |
| Valpeglino (Tortone) | 2 | 198 | 564 | 328 | 170 | 1260 |
| Tortone | 2 | 188 | 232 | 10 | 44 | 474 |
| Brignano Curone (Alexandrie) | 4 | 145 | 140 | 14 | » | 300 |
| San-Remo (Ligurie) | 1 | 100 | » | 36 | 60 | 196 |
| Altare (Gênes) | 1 | 480 | 148 | 360 | 228 | 1216 |
| Bargone (Gênes) | 1 | 220 | 384 | » | 68 | 662 |
| Saint-Hilaire d'Enza (Reggio) | 1 | 176 | 212 | 56 | 208 | 652 |
| Pistoie | 1 | 84 | 252 | » | » | 336 |
| Castelmaggiore (Bologne) | 1 | 464 | 648 | 616 | » | 1728 |
| Rome (Spec. Vat.) | 4 | 172 | 1025 | 203 | » | 1400 |
| Rome (Castelli) | 1 | 120 | 888 | 8 | » | 1016 |
| Montecosaro (Macerata) | 1 | 104 | 4 | 148 | 24 | 280 |
| San-Martino in Pensili (Campobasso) | 2 | 350 | 454 | 390 | 136 | 1390 |
| Pélagonie (Catane) | 1 | 260 | 244 | 300 | » | 804 |
| Noto (Syracuse) | 1 | 48 | 1588 | 116 | 24 | 1776 |

» Dans la suite, le phénomène alla toujours en diminuant. Le Tableau ci-dessus montre, comme nous l'avons dit, que le nombre des météores a atteint presque partout le maximum dans la nuit du 10 au 11, et que, généralement aussi, il a été grand presque partout.

» Il est donc arrivé cette année tout le contraire des deux années précédentes, où le maximum eut du retard, particulièrement en 1891. Cette augmentation insolite de la pluie météorique semble indiquer la différence d'intensité du nuage d'où émanent les étoiles filantes, et dont une partie plus compacte s'est rencontrée cette année avec notre planète.

» Les radiants des météores de ces jours ont été très divers, ainsi qu'il arrive à cette occasion; mais le principal a été celui des Perséides, placé près de $\eta$ de Persée, et qui va se déplaçant d'année en année. De l'ensemble des observations faites jusqu'à ce jour, il résulte pour la position $\alpha = 44^\circ$, $\delta = +55^\circ$.

» Dans certaines stations, on a remarqué aussi quelques bolides qui ont ajouté à l'éclat du phénomène, mais ils ont été, en général, assez rares :

le plus grand nombre des étoiles observées ont été d'une grandeur inférieure à la seconde et à la troisième.

» On peut conclure, de tout l'ensemble des observations, que l'apparition des Perséides, en 1893, doit être rangée parmi les plus éclatantes remarquées jusqu'à présent; et qu'il est très important de bien suivre le phénomène dans les années qui viendront après, tant il a été cette fois singulièrement différent des autres qui l'ont précédé. »

GÉOMÉTRIE. — *Des cercles ou des sphères « dérivés » d'une enveloppe, plane ou solide, de classe quelconque.* Note de M. **Paul Serret**.

« 1. Étant donnés les N éléments tangentiels, lignes droites ou plans,

$$T_1, T_2, \ldots, T_N = 0$$

qui déterminent une enveloppe, plane ou solide, de classe $n$, on peut comprendre sous le terme abrégé de « cercles ou sphères dérivés » de cette enveloppe, la totalité des cercles ou des sphères de rayon fini, nul, ou infini, compris dans l'équation

$$\Sigma_1^N l_1 T_1^n = 0 \tag{1}$$

abaissée, soit au premier degré, soit à la forme caractéristique $x^2 + y^2 + \ldots$, par un choix convenable des coefficients. Et parce qu'on voit aussitôt que tous ces cercles dépendant, linéairement, de trois quelconques d'entre eux, comme toutes ces sphères de quatre d'entre elles, les uns et les autres admettent un même centre radical O et sont coupés orthogonalement par un cercle ou une sphère, déterminés, décrits de ce point comme centre, on peut appeler « cercle directeur » ou « sphère directrice » de l'enveloppe cette sphère ou ce cercle de centre O, sur le contour desquels se trouveront répartis les centres de tous les cercles évanouissants ou de toutes les sphères de rayon nul, compris dans la série considérée, tandis que toutes les droites et tous les plans de la série passeront, ces derniers par le centre de la sphère directrice, celles-là par le centre du cercle directeur.

» 2. Or il suit, en premier lieu, de cette dernière propriété, que le cercle directeur et la sphère directrice sont concentriques à l'enveloppe considérée; la détermination du centre de celle-ci, au moyen des N éléments tangentiels qui la définissent, étant dès lors assurée, dès que l'on

saura construire la droite ou le cercle, le plan ou la sphère « déterminés », compris dans l'équation particulière

$$\Sigma_1^{\nu} l_1 T_1^n = 0 \qquad (2)$$

pour les valeurs de l'indice $\nu$,

$$\nu = N - 1 \quad \text{ou} \quad \nu = N - 2,$$
$$\nu = N - 2 \quad \text{ou} \quad \nu = N - 3$$

qui rendent le problème déterminé.

» 3. Il convient d'ailleurs de remarquer que les cercles et les sphères de la série (1) ne dépendent des éléments $T_1, \ldots, T_N$ que dans la mesure où ceux-ci sont nécessaires pour définir l'enveloppe. De telle sorte que, si l'enveloppe est connue d'autre part, ou si l'on en connaît N autres éléments tangentiels

$$T'_1, T'_2, \ldots, T'_N,$$

les cercles ou les sphères, dérivés de ce nouveau groupe d'éléments, et compris dans la nouvelle équation

$$\Sigma_1^N l'_1 T'^n_1 = 0, \qquad (1')$$

ne différeront pas des cercles ou des sphères dérivés du premier groupe, compris dans l'équation (1).

» 4. Il y a plus, et s'il existe entre $k$ des éléments primitifs, ou si l'on conçoit, entre de nouveaux éléments tangentiels $T''_1, \ldots, T''_k$, de telles dépendances de situation que l'équation

$$\Sigma_1^k l''_1 T''^n_1 = 0 \qquad (1'')$$

représente, accidentellement, une droite, un cercle, un plan, une sphère, ce nouveau lieu sera compris toujours parmi les précédents; et toutes les solutions singulières du même genre rentreront, comme cas particuliers, dans la solution générale fournie par les équations (1) ou (1').

» Il résulte, en effet, de l'identité caractéristique

$$T''^n_i \equiv \Sigma_1^N l_{i,1} T^n_1,$$

par laquelle se traduit l'inutilité constituante d'un (N + 1)$^{\text{ième}}$ élément, $T''_i$, ajouté aux éléments initiaux $T_1, \ldots, T_N$ qui, déjà, définissaient l'enveloppe, que l'on peut remplacer chacun des termes de l'équation (1″) par autant de fonctions linéaires, déterminées, des quantités $T^n_1, T^n_2, \ldots, T^n_N$. Or, cette substitution faite, il devient visible que la solution singulière (1″)

reproduit, purement et simplement une solution déterminée de l'équation (1).

» Bien qu'accidentelles, ces solutions, qui demeurent singulières au moins par leur origine, pourront, dès lors, être utilisées dans la détermination du centre de l'enveloppe, au même titre, et d'ordinaire avec des facilités plus grandes, simultanément avec les solutions normales énumérées dans l'équation (2). »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les maxima périodiques des spectres.* Note de M. **Aymonnet.** (Extrait.)

« D'après les phénomènes observés en Chimie et les lois servant de bases à la Théorie mécanique de la chaleur, la matière serait constituée par des particules insécables, par suite indéformables, appelées *atomes;* les atomes différemment groupés constitueraient des molécules, masses matérielles sécables sous l'action de mouvements particuliers, suffisamment courts et intenses, et déformables sous l'influence de ces mêmes mouvements lorsqu'ils ont de plus petites amplitudes.

» Dans les gaz, chaque molécule peut éprouver trois genres de mouvement....

» Un solide limité peut toujours être considéré comme une verge ou une plaque, lorsqu'il s'agit de mouvements radiants; car, si ses dimensions sont généralement très grandes relativement aux longueurs d'onde, elles sont excessivement petites par rapport à la vitesse de la lumière. Ce solide, traversé par une radiation déterminée, présentera donc des nœuds et des ventres fixes, dont les distances seront toujours égales à un nombre exact de diamètres atomiques, puisque l'atome est indéformable, et, par exception, égales à un nombre exact de diamètres moléculaires. On aura donc toujours pour longueur d'onde

$$\lambda = m'(l' + \varepsilon' + \eta') \tag{1}$$

et exceptionnellement

$$\lambda = m(l + \varepsilon + \eta)\ [1], \tag{2}$$

(1) Nous supposons pour l'instant que le solide est isotrope; par conséquent, que $\varepsilon$, $\varepsilon'$, $\eta$, $\eta'$ sont les mêmes, quelle que soit l'orientation de la molécule.

$m$ et $m'$ étant des nombres entiers pairs; $l'$, $l$ les diamètres des espaces atomique et moléculaire au zéro absolu; $\varepsilon'$, $\varepsilon$ les dilatations de ces diamètres à la température de l'expérience; $\eta'$, $\eta$ leurs élongations ou raccourcissements dans le sens de la propagation, sous l'influence de l'onde.

» Quand $\varepsilon + \eta$ est suffisamment grand pour atteindre la première limite d'élasticité de cohésion, le solide devient liquide; et si $\varepsilon' + \eta'$ dépasse la limite d'élasticité d'affinité, il y a réaction chimique, formation d'un nouvel édifice moléculaire acceptant un nouveau mode d'ondulations, phénomène qui ne se produira que très rarement sans dégagement ou absorption de chaleur.

» Toutes les ondes arrivant sur le solide et ne satisfaisant pas à la relation (1) sont très probablement décomposées en mouvements tendant à briser les molécules, en échauffant les corps, et en ondes susceptibles de se propager.

» Comme il faut développer moins d'énergie pour faire rendre à une verge ou à une plaque sa note fondamentale que ses harmoniques et que, d'autre part, les pertes de force vive éprouvées latéralement sont, dans un mouvement ondulatoire, d'autant plus grandes que ce mouvement engendre, dans un même espace, plus de concamérations, on est conduit à supposer que les ondes comprenant un nombre exact de rangées moléculaires se propagent avec moins de frottement que les ondes produisant des nœuds et des ventres dans les molécules mêmes. Si cette hypothèse est vraie, lorsqu'on fera dans le corps, vers l'émergence, l'analyse spectrale des radiations qui l'ont traversé, on ne devra trouver que des ondes satisfaisant à la relation (1), et, parmi elles, des ondes maxima répondant à l'équation (2). Et si, entre deux limites données, le rayonnement incident étant suffisamment intense ou complexe, le solide transmet toutes les ondes maxima possibles, celles-ci, dans le spectre normal, devront être distantes d'une quantité égale à $2(l + \varepsilon + \eta)$.

» En acceptant, d'accord avec les expériences de Tyndall, que l'air est susceptible de transmettre toutes espèces de radiation, le spectre aérien répondant au précédent présentera également des maxima sensiblement périodiques, distants l'un de l'autre en $\lambda$, d'une quantité

$$\Delta = 2(l + \varepsilon + \eta).n, \tag{3}$$

$n$ étant l'indice de réfraction moyen du corps pour deux maxima consécutifs.

» $\Delta$ sera donc le plus petit intervalle que l'on pourra trouver entre deux

maxima consécutifs, dans une portion déterminée du spectre où $n$ et $\eta$ varient peu; quand on modifiera suffisamment le rayonnement incident, soit en changeant de source, soit en interposant successivement, entre une source constante et le solide considéré un grand nombre de corps diathermanes. C'est avec une lampe Bourbouze et un spectroscope de même matière que le solide considéré que j'ai obtenu le plus petit intervalle $\Delta$.

» Si $\eta$ est négligeable vis-à-vis de $l+\varepsilon$, l'équation (3) peut s'écrire

$$(4) \qquad l+\varepsilon = \Delta : 2n;$$

or

$$(5) \qquad l+\varepsilon = (pe : d)^{\frac{1}{3}},$$

$e$ étant l'équivalent du corps, $d$ sa densité à la température qu'il possède pendant l'expérience, $p$ le poids moléculaire de l'hydrogène.

» Des équations (4) et (5), on déduit $p = \frac{\Delta^3 d}{8n^3 e}$.

» En adoptant les nombres que j'ai obtenus pour le sel gemme

$\Delta = 0^{\mu},0352$, $n$ moyen $= 1,53305$, $e = 58,5$, $d = 2,1725$,

on trouve $l+\varepsilon = 0^{\mu},02997 : 2 = 0^{\mu},01498$ et *pour poids moléculaire de l'hydrogène*, $p = 5^{mgr},6192 : 10^{17}$.

» Si, pour un même corps porté à des températures peu différentes, $\Delta$ est sensiblement constant dans une même portion du spectre, on aura pour deux températures T et $T_1$ ($T_1 > T$),

$$n = \Delta : 2(l+\varepsilon+\eta) \qquad \text{et} \qquad n_1 = \Delta : 2(l+\varepsilon_1+\eta_1).$$

En admettant $\varepsilon_1 + \eta_1 > \varepsilon + \eta$, c'est-à-dire $\varepsilon_1 - \varepsilon = \alpha > \eta - \eta_1$, on aura $n_1 < n$; fait constaté par M. Langley pour le sel gemme, et par Dale, Gladstone et Landolt pour les liquides.

» Le rapport de $n$ à $n_1$ nous conduit à l'expression

$$\frac{\eta - \eta_1}{l+\varepsilon} = \frac{\alpha}{l+\varepsilon} - \frac{n-n_1}{n}.$$

» Or $\alpha : (l+\varepsilon)$ est le coefficient de dilatation *linéaire* du corps, $(n-n_1) : n$ la sensibilité.

» A défaut de résultats expérimentaux permettant de comparer ces quantités pour les solides, nous allons rechercher leurs valeurs pour un certain nombre de liquides, dont les indices ont été déterminés par Dale,

Gladstone et par Landolt, et dont les coefficients de dilatation peuvent être déduits des Tables de Rosetti, de Kopp et de Pierre.

| Substances. | Variation de température. | $\frac{\alpha}{l+\varepsilon}$. | | Raie A. $\frac{n-n_1}{n}$. | | $\frac{\eta-\eta_1}{l+\varepsilon}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eau | 0° à 5° | −0,000021 | R | 0,000015 | D et G | −0,000036 |
| | 10 à 30 | 0,000067 | R | 0,000067 | » | 0,000000 |
| | 40 à 50 | 0,000141 | R | 0,000121 | » | 0,000020 |
| | 78 à 80 | 0,000210 | R | 0,000190 | » | 0,000020 |
| Éther | 5 à 10 | 0,00051 | P | 0,00044 | » | 0,00007 |
| | 30 à 34 | 0,00056 | P | 0,00033 | » | 0,00023 |
| Alcool méthylique | 0 à 37 | 0,00039 | K | 0,00035 | » | 0,00004 |
| Alcool éthylique | 0 à 60 | 0,000350 | K | 0,000305 | » | 0,000045 |
| Sulfure de carbone | 0 à 40 | 0,00040 | P | 0,00044 | » | −0,00004 |
| Phénol | 13 à 70 | 0,00028 | K | 0,00030 | » | −0,00002 |
| Acide propionique | 18 à 28 | 0,00036 | K | 0,00029 | L | 0,00007 |
| Acide butyrique | 18 à 28 | 0,00035 | K | 0,00030 | L | 0,00005 |
| H. d'amandes amères | 16 à 26 | 0,000312 | K | 0,000327 | L | −0,000015 |
| Alcool amylique | 0 à 10 | 0,00030 | P | 0,00017 ! | D et G | 0,00013 |

» Il est à remarquer que, quand les liquides sont inactifs et possèdent une température voisine de leur point de solidification ou assez éloignée de leur point d'ébullition, la valeur de $(\eta-\eta_1):(l+\varepsilon)$ (comportant les erreurs d'observation) est fort petite; il est donc probable qu'elle devient négligeable pour les solides. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le développement du pancréas chez les Ophidiens.* Note de M. G. Saint-Remy, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Le développement du pancréas a été le sujet de nombreuses recherches dans ces dernières années : les Reptiles sont la seule classe où il n'ait pas été étudié à nouveau, et nos connaissances sur cette question se bornent à d'anciennes observations (Rathke, Hoffmann) qui nous représentent l'ébauche pancréatique comme un bourgeon dorsal unique de l'intestin. Cependant, si l'on rapproche certaines dispositions anatomiques, signalées depuis longtemps, du mode de développement aujourd'hui décrit chez les autres Vertébrés, on devine que la glande pancréatique doit son origine à plusieurs rudiments, comme dans les autres groupes : on sait, par exemple,

que, chez beaucoup de Serpents et de Lézards, le canal cholédoque est enveloppé par le pancréas dans une partie de son trajet, ce qui semblerait indiquer l'existence d'ébauches ventrales, naissant sur un conduit hépatique, comme dans les autres classes. Nous avons pu préparer et étudier à ce point de vue plusieurs embryons de Couleuvre (*Tropidonotus natrix*), et examiner des coupes d'embryons de Vipère appartenant à la collection de M. le Dr Prenant.

» Le stade le plus jeune que nous ayons observé chez la Couleuvre, et qui correspond à peu près au Poulet du cinquième jour au point de vue du développement du pancréas, montre nettement les trois ébauches qui ont été reconnues chez d'autres Vertébrés, une dorsale et deux ventrales. Les ébauches ventrales sont absolument isolées de l'intestin et se détachent du canal hépatique en formant deux amas d'acini, disposés respectivement de chaque côté de lui; leur importance est faible en comparaison de celle de l'ébauche dorsale. Celle-ci, fort volumineuse, est actuellement rejetée à droite du duodénum, avec lequel elle communique par un large canal: c'est elle qui fut observée seule autrefois. Aux stades suivants, les trois ébauches, en s'accroissant, se confondent en une seule masse ovoïde, allongée d'avant en arrière et aplatie latéralement, mais leur fusion n'a pas modifié leurs relations originelles : la position antérieure de l'organe, constituée par les ébauches ventrales, est traversée par le canal hépatique dans lequel se jettent les canalicules pancréatiques de cette région; la portion postérieure, formée par l'ébauche dorsale, envoie directement son canal propre dans l'intestin.

» Les mêmes relations s'observent chez la Vipère et se présentent, même à un stade assez avancé, dans un état plus simple et plus primitif, car le pancréas y est formé de deux lobes non entièrement fusionnés, correspondant aux ébauches ventrales et dorsale.

» Les connexions étroites qu'on observe entre le conduit hépatique et le pancréas s'expliquent ainsi fort bien par le développement; il est probable que, dans tous les cas où ce conduit traverse le pancréas, il reçoit les produits d'une partie de cette glande. Enfin il résulte de nos recherches que, chez les Ophidiens (et vraisemblablement aussi chez les autres Reptiles), le pancréas se développe aux dépens de trois ébauches parfaitement homologues à celles qui ont été décrites chez les autres Vertébrés. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Coccidies des Oiseaux* [1]. Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Dans le courant de nos recherches sur les parasites du sang des Oiseaux, nous avons pu examiner, au laboratoire de Roscoff, un assez grand nombre d'Oiseaux de mer, et chez quelques-uns d'entre eux nous avons constaté la présence d'une Coccidie intestinale que nous croyons nouvelle [2].

» Nous avons trouvé cette Coccidie avec les mêmes caractères chez les Oiseaux suivants :

» *Charadrius cantianus*, Lath.; *Charadrius philippinus*, Scopoli; *Strepsilas interpres*, Illig.; *Calidris arenaria*, Leach.; *Pelidna torquata*, Degl.; *Tringa alpina*, L., et *Actitis Hypoleucos*, Boie.

» C'est un très petit *Coccidium*, tétrasporé, à développement exogène.

» La capsule, pyriforme, très mince, ne dépasse pas 16 à 18μ de longueur sur 14 à 16μ dans la plus grande largeur; elle est tronquée à l'extrémité antérieure formant là, par l'amincissement de sa paroi, un pseudo-micropyle. Les jeunes stades intracellulaires, de même que le contenu plasmique des kystes, sont remplis de granulations verdâtres, noir-verdâtres ou jaune-verdâtres. Il y a quatre spores pyriformes, contenant chacune deux sporozoïtes et un reliquat de différenciation. Il n'y a pas de reliquat de segmentation. Enfin, à l'extrémité antérieure du kyste, se trouvent deux globules brillants, réfringents, qui apparaissent avant la formation des spores et dont la place à ce pôle est constante : leur présence dans le kyste n'est pas constante, mais fréquente.

» Cette petite Coccidie n'est pas très commune, mais elle doit exister chez la plupart des espèces riveraines, car nous avons rencontré une Coccidie très voisine chez un *Motacilla alba*, L. Les kystes sont, en général, peu abondants.

---

(1) Travail du laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff.

(2) Zurn est le seul auteur qui parle des Coccidies des Oiseaux d'eau; il se borne à signaler, dans l'intestin, *des grégarines rondes, très petites* (*Krankheiten des Hausgeflugels*, p. 138; 1882).

» Nous donnons ici la liste des Échassiers et des Palmipèdes que nous avons examinés (1) :

» *Pluvialis apricarius*, Bp.; *P. varius*, Scheg.; *Charadrius hiaticula*, L.; *C. philippinus*, Scop., *C. cantianus; Vanellus cristatus*, Meyer et Wolff.; *Strepsilas interpres*, Illig.; *Numenius phœopus*, Lath.; *N. arquatus*, Lath.; *Gallinago scolopacinus*, Bp.; *Calidris arenaria*, Leach; *Tringa alpina*, L.; *Pelidna cinclus*, Bp; *P. torquata*, Degl.; *P. platyrhyncha*, Bp; *Totanus calidris*, Bechst.; *Actitis hypoleucos*, Boie.

» *Larus marinus*, L.; *L. argentatus*, Brünn; *L. canus*, L.; *L. nidibundus*, L.; *L. tridactylus; Sterna cantiaca*, Gmel; *S. hirundo*, L.; *Hydrochelidon fissipes*, Gray; *Urialomvia*, Br.

» Nous avons vu qu'un des caractères intéressants de notre Coccidie était la présence fréquente de deux granules brillants à l'extrémité micropylaire. Ces granules sont absolument comparables à ceux que Schneider a observés chez son *Cyclospora glomericola* et auxquels il attribue, ainsi que Bütschli, l'importance et la signification des globules polaires. Nous ne croyons pas que cette importance soit aussi grande que les auteurs précédents se l'imaginent. La présence de ces granules polaires n'est pas plus constante, en effet, chez notre *Coccidium roscoviense* que chez le *Diplospora Lacazii* des Passereaux, où des granules polaires apparaissent quelquefois.

» Chez ce dernier, avant même que le noyau émigre à la périphérie, et ce noyau étant encore au repos, il se forme un petit soulèvement de la surface plasmique; un petit granule brillant apparaît et reste accolé quelque temps à cette surface; un second granule se forme de la même façon. Je n'ai pu découvrir aucune relation entre la formation de ces globules et le noyau de la Coccidie. Lorsque la Coccidie a formé ses deux spores, les granules sont orientés de façon à se trouver sur l'axe qui sépare ces deux spores. Rarement il n'y a qu'un granule; quelquefois les deux granules sont accolés; le plus souvent, ils sont aux pôles d'un même diamètre et méritent bien le nom de *polaires*. Chez le *Coccidium roscoviense*, ils se trouvent tous les deux de chaque côté du pseudo-micropyle.

» L'orientation et la formation des granules polaires seraient donc

(1) Tous ces oiseaux provenaient des environs de Roscoff où, grâce à la bienveillance de mon éminent maître, M. de Lacaze-Duthiers, et à la bonne organisation du laboratoire, nous avons pu en étudier un grand nombre.

C'est pour cette raison que nous proposons pour notre Coccidie le nom de *Coccidium roscoviense*, n. sp.

extrêmement importantes pour la comparaison des Protozoaires et des Métazoaires, si leur présence était constante. Mais, tandis que nous avions des cultures de coccidies de *Ligurinus chloris*, *Anthus pratensis*, *Saxicola œnanthe*, *Galerida cristata*, dans lesquelles *tous* les kystes avaient des globules polaires, nous possédions, d'autre part, des cultures de coccidies des mêmes Oiseaux où *pas un kyste* ne possédait de granules. La présence ou l'absence de granules polaires, chez *Coccidium roscoviense*, variait également avec la culture où se développaient les kystes (1).

» Il y a donc deux cas dans l'évolution de ces Coccidies. Quel est le cas normal? Si les granules polaires avaient une réelle importance, ils existeraient dans tous les kystes, et l'influence du milieu de culture ne serait pas assez considérable pour changer le processus du développement. Il serait très séduisant d'admettre la comparaison de ces granules avec les globules polaires de l'œuf des Métazoaires : malheureusement, leur absence chez un grand nombre de Coccidies, et leur inconstance chez les espèces dans lesquelles ils apparaissent, sont un obstacle sérieux contre cette apparence.

» Quoi qu'il en soit, nous devons nous réserver sur cette question intéressante, n'ayant pas encore de documents suffisants pour la résoudre. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Anatomie végétale de l'*Ataccia cristata *Kunth*. Note de M. C. **Queva**.

« 1. Dans la tige de l'*Ataccia cristata*, on distingue une région corticale très épaisse, limitée intérieurement par une gaine casparyenne. Dans le tissu fondamental interne, on compte un très grand nombre de petits faisceaux (100 à 300) disposés sans ordre apparent. Les faisceaux les plus voisins du centre sont les plus volumineux, ceux de la périphérie sont très grêles.

» 2. Le cycle foliaire est presque constamment de $\frac{2}{5}$ dextre. Chaque feuille embrasse complètement la tige, dont elle reçoit de 9 à 15 faisceaux.

---

(1) Nous ferons remarquer que M. Schneider, dans sa *première* description de la coccidie du Triton (*Orthospora propria*), indique un *stigma* polaire [micropyle (?) pour Büschli], tandis que dans sa *deuxième* description (*Coccidium proprium*) il n'en figure plus. Ce stigma est peut-être un granule polaire variable.

Les faisceaux foliaires qui sortiront dans la feuille *n* franchissent la gaine au nœud ($n - 1$) et parcourent l'entrenœud *n* dans la région corticale. En avant des principaux faisceaux foliaires circulant dans la région corticale, on voit d'autres petits faisceaux, qui se rendent au bourgeon axillaire de la feuille *n*.

» 3. Dans la tige, les faisceaux les plus rapprochés de la gaine sont des faisceaux simples. Ils forment deux ou trois rangs plus ou moins réguliers. Je désigne ces faisceaux sous le nom de *faisceaux périphériques*. Parmi ces faisceaux, ceux qui sont les plus voisins de la gaine sont les plus grêles. Ils servent à l'insertion des racines et se relient d'autre part aux faisceaux plus intérieurs de la tige. Ces faisceaux ne forment généralement qu'un rang. Ils représentent le *réseau radicifère*. — Les autres faisceaux périphériques, également simples, sont un peu plus volumineux. Si on les suit en montant, on en voit quelques-uns se diriger en même temps vers le centre de la tige, se rapprocher l'un de l'autre et se réunir en un seul massif qui prend l'aspect d'un faisceau unipolaire simple. Ce faisceau continue à marcher vers l'axe de la tige, en même temps qu'il s'élargit. Il émet ensuite successivement un ou plusieurs lobes ligneux latéraux. Ces lobes tournent autour de leur axe de figure propre et viennent se placer en arrière du faisceau primitif, de manière à former un groupe dans lequel tous les faisceaux présentent leur liber vers l'intérieur. Cet assemblage de faisceaux, plus ou moins distincts l'un de l'autre chez l'*Ataccia*, correspond à ce que des auteurs ont désigné chez d'autres Monocotylédonées sous le nom de *massif* ou de *faisceau caulinaire*. Lorsqu'il a pris cette structure, le massif, au lieu de continuer son mouvement vers le centre, retourne vers la périphérie. Le faisceau antérieur du massif est un faisceau foliaire. Il franchit seul la gaine, tandis que les autres faisceaux du groupe caulinaire restent dans la périphérie du tissu fondamental interne. Après avoir séjourné sur une certaine hauteur dans la zone subpériphérique du tissu fondamental interne, ces faisceaux se réuniront par groupes pour reformer de nouveaux faisceaux caulinaires.

» D'après ce qui précède, nous voyons que, dans un massif caulinaire, le faisceau antérieur est un faisceau foliaire sortant, les faisceaux latéraux ou postérieurs sont des portions réparatrices.

» 4. Le bourgeon axillaire s'insère à la fois sur les 3 ou 5 faisceaux foliaires les plus rapprochés de la surface de symétrie de la feuille et sur les faisceaux périphériques les plus extérieurs de la tige.

» Le faisceau foliaire médian et les 2 ou 4 faisceaux latéraux voisins

emportent avec eux, au moment où ils pénètrent dans la région corticale, quelques petits faisceaux périphériques. Ces petits faisceaux se groupent en avant du faisceau foliaire et forment avec lui un massif elliptique allongé radialement, le faisceau foliaire occupant la partie la plus externe de la courbe. Dans ce massif, chaque faisceau tourne son liber vers l'extérieur de l'ellipse. Le faisceau foliaire émet bientôt, de chaque côté et en avant, un ou deux petits lobes libéro-ligneux qui s'ajoutent au groupe. Au moment où les faisceaux foliaires quittent l'écorce pour se rendre dans la feuille, les petits faisceaux antérieurs se rassemblent en avant du faisceau médian de la feuille et constituent les faisceaux du bourgeon.

» Le bourgeon se trouve donc inséré sur les 3 ou 5 faisceaux foliaires voisins de la surface de symétrie de la feuille, et sur les faisceaux périphériques qui forment ce qu'on a appelé le réseau radicifère de la tige.

» 5. Les grosses tiges *d'Ataccia cristata* produisent, à chaque région nodale, en même temps qu'un bourgeon axillaire, un autre bourgeon oppositifolié qui se développe en une hampe florale. L'insertion de cette hampe se fait immédiatement au-dessus du nœud, en un point diamétralement opposé à l'aisselle de la feuille. Par cette insertion, la hampe florale diffère complètement d'un bourgeon axillaire. Elle en diffère aussi par les rapports de ses faisceaux.

» 6. Les faisceaux des hampes florales proviennent de lobes fournis par les massifs caulinaires et par les faisceaux périphériques de la tige. Les faisceaux d'une hampe florale $(n+2)$ occupent, au niveau du nœud $n$, la périphérie du tissu fondamental interne. Plus haut, les faisceaux se rapprochent du centre de la tige; durant ce trajet, plusieurs d'entre eux s'anastomosent deux à deux. Par suite, lorsque les faisceaux sont arrivés près du centre de la tige, ils sont moins nombreux, mais plus volumineux. Certains d'entre eux ont très nettement alors l'aspect de massifs anastomotiques. Dans le haut de l'entrenœud $(n+1)$, tout l'ensemble de ces faisceaux se dirige vers le pourtour de la tige et franchit la gaine un peu au-dessus du nœud $(n+1)$. Dans l'entrenœud $(n+2)$, les faisceaux de la hampe florale $(n+2)$ restent dans la région corticale, et certains d'entre eux se divisent. Cela fait, ils se disposent sur deux rangs : un rang externe de petits faisceaux et un rang interne de faisceaux plus volumineux. Ce sont les faisceaux définitifs de la hampe florale.

» 7. La hampe florale n'a que deux rangs de faisceaux qui alternent entre eux. Les faisceaux du rang interne sont les plus grands. Tous les faisceaux se continuent sans variation le long de la hampe jusqu'à l'inser-

tion des bractées. Ce sont les faisceaux du rang externe qui sortent les premiers dans les bractées. »

La séance est levée à 3 heures un quart. M. B.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 SEPTEMBRE 1893.

*Annales de l'Observatoire de Paris*, publiées sous la direction de M. F. TISSERAND, directeur de l'Observatoire. *Observations*, 1885. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. gr. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

*Journal de Pharmacie et de Chimie* (fondé en 1809), rédigé par MM. FREMY, REGNAULD, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGFLEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. N° 6. 15 septembre 1893. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Annuaire des anciens Élèves de l'École Polytechnique*, 1893. Paris, Wattier frères; 1 vol. in-8°.

*Géométrie (et Géométrie descriptive)*, à l'usage des classes de Mathématiques élémentaires, par M. C.-A. LAISANT, ancien Élève de l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société de Géographie*, rédigé avec le concours de la Section de publication par les secrétaires de la Commission centrale. Septième série. Tome XIV, 1er trimestre 1893. Paris; 1 vol. in-8°.

*Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire*. Deuxième série. Tome XIII. Saint-Étienne, Théolier et Cie, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, publié sous la direction du Conseil d'administration. Troisième série, tome VII, 1re livraison, 1893. Saint-Étienne; 1 vol. in-8°.

*Annales de la Société d'émulation du département des Vosges*. LXIXe année, 1893. Epinal, Huguenin; Paris, Aug. Goin, 1893; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique*. IVe série, tome VII, n° 7, année 1893. Bruxelles, F. Hayez, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Sur le mouvement des corps célestes dans un milieu résistant, qui tourne uniformément autour du Soleil*, par A. Ivanof (*Mélanges mathématiques et astronomiques*, tome VII, livraison 3). Saint-Pétersbourg, 1893; 1 br. in-4°.

*Sur les systèmes complets et le calcul des invariants différentiels des groupes finis*, par Ernst Lindelöf. Helsingfors, 1893; 1 br. gr. in-4°.

*Zoopraxography or the Science of animal-locomotion*, by Ladweard Muybridge. University of Pennsylvania, 1893; 1 vol. in-8°.

*Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der K. b. Akademie der Wissenschaften*. 1893, Heft II. München, 1893; 1 vol. in-8°.

A. Issel. *Cenno sulla costituzione geologica e sui fenomeni geodinamici dell' isola di Zante*. Roma, 1893; 1 br. gr. in-8°.

A. Issel. *Note paletnologiche sulla collezione del sig. G. Rossi*. (Tav. I-III). Parma, 1893.

*Tvätlkläders desinfektion genom tvättning*, hygienisk studie af Vilh. Sucksdorff, docent i hygien. Helsingfors, 1893; 1 br. in-8°.

*Studier öfver Wimshursts influens-elektricitets-maskin*. Akademisk Afhandling af Marten Holmberg. Helsingfors, 1893; 1 br. in-8°.

*Ueber ein neues Vorkommnis von Kugelgranit unferm Wirvik bei Borga in Finland nebst bemerkungen über ahnliche bildungen*, von Benj. Frosterus. Helsingfors, 1893.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 SEPTEMBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **H. Faye**, en présentant le dernier Volume de la *Connaissance des Temps*, donne les détails suivants :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le deux cent dix-huitième Tome de la *Connaissance des Temps*, c'est-à-dire le Volume pour l'année 1896.

» Comme les précédents, ce Volume a reçu des modifications considérables en vue de perfectionner incessamment nos Éphémérides, et qui en ont finalement doublé l'étendue.

» Ainsi, à partir de cette année 1896, la *Connaissance des Temps* donne, de deux en deux jours, les constantes qui servent à ramener les coordonnées rectilignes du Soleil de l'équinoxe moyen, du commencement de l'année à celui de 1900.

» A partir de 1896, on a inséré, dans un Tableau d'ensemble des étoiles fondamentales, la grandeur, les deux coordonnées moyennes au commencement de l'année tropique, ainsi que la variation et le mouvement propre annuel, et les dates auxquelles les étoiles horaires passent au méridien vers midi et minuit.

» Le Chapitre des occultations a reçu des modifications essentielles.

» Enfin le Volume actuel présente une Table destinée à faciliter le calcul des facteurs parallactiques relatifs à un lieu donné.

» La Table des positions géographiques a été pareillement augmentée des positions de points géodésiques fournies par M. Arillaga et de certaines corrections dues au Service hydrographique. »

ASTRONOMIE. — *Les coordonnées géographiques de Tananarive et de l'Observatoire d'Ambohidempona (fondé à Madagascar par le R. P.* Colin). Note de M. **Alfred Grandidier.**

« Ayant reçu du R. P. Colin les observations qu'il a faites à Madagascar pour déterminer les coordonnées géographiques de l'observatoire d'Ambohidempona, je les ai fait réduire sous la direction de M. Bossert et je suis heureux d'annoncer à l'Académie, qui s'est déjà intéressée aux travaux astronomiques et météorologiques de ce savant missionnaire auquel elle a décerné le prix Jérôme Ponti en 1891, que l'accord des nombreuses séries montre que les observations sont bonnes et qu'elles méritent la confiance des géographes.

» L'Académie sait que l'observatoire de Madagascar, qui a été construit en 1889 à l'est de Tananarive sur une montagne granitique dont l'altitude est de $1415^{m}$ au-dessus du niveau de la mer, se compose d'une tour centrale de forme octogonale et de $8^{m}$ de périmètre, qui est flanquée de trois autres tours plus petites au nord, au sud et à l'est, toutes surmontées d'un dôme; il est muni du cercle méridien n° 2 de Rigaud dont notre regretté confrère Yvon Villarceau a donné la description dans le Tome IX des *Mémoires de l'Observatoire de Paris*, d'une lunette équatoriale et de tous les instruments météorologiques et magnétiques nécessaires.

» La détermination exacte des coordonnées de cet observatoire, qui est à $0'2''$ dans le sud et à $1'15''$ dans l'est de la capitale de l'île, Antananarivo (tour O. de la cathédrale française d'Ambodinandohalo), était très désirable. Jusqu'à mes voyages, la position assignée à Antananarivo par les divers explorateurs et géographes variait de plus d'un demi-degré pour la latitude et d'un degré pour la longitude; les meilleures cartes mettaient

encore tout récemment cette ville par 18°56′30″ (Rév. Mullens, 1875) ou 19°00′00″ lat. S. (Rév. W. Johnson, 1882), et par 45°20′00″ (Rév. Mullens) ou 45°25′ long. E. de Paris (Rév. W. Johnson). En 1869, j'ai fixé la position géographique d'Ambodinandohalo (cathédrale) d'une manière beaucoup plus exacte : lat. S. 18°55′00″ et long. E. 45°11′15″ (¹) (voir mon *Esquisse d'une carte de Madagascar* dans le *Bulletin de la Société de Géographie de Paris,* de 1871); mais le petit théodolite avec lequel j'ai fait mes observations, et que m'avait fourni le Dépôt des instruments de la Marine, était mal construit et tout à fait insuffisant, de sorte que je ne pouvais accorder une confiance absolue à mes observations, avec quelque soin que je les aie faites. Il y avait donc un grand intérêt à ce qu'on déterminât, d'une manière aussi sûre que le comportent les méthodes astronomiques employées dans les observatoires munis d'excellents instruments, la différence de longitude entre Antananarivo et Paris. Le R. P. Colin, après beaucoup de peine et de travail, a rempli ce désidératum.

» La latitude a été déterminée avec le cercle méridien portatif n° 2 de Rigaud, par quinze séries d'observations portant sur 156 étoiles dont la hauteur méridienne, comparée à la position du nadir, a fourni la valeur 18°55′2″,10 ± 2″,18 lat. S. Cette détermination de la latitude par la méthode des hauteurs d'étoiles et des nadirs a présenté de très grandes difficultés; malgré les précautions les plus minutieuses que le P. Colin a prises pour empêcher toute cause extérieure de troubler la surface du mercure, et quoique le pilier de la lunette méridienne fût absolument indépendant du reste de la construction, le bain de mercure était presque toujours agité et, par conséquent, les fils du réticule tremblaient. Le P. Colin pense, avec toute apparence de raison, que cette trépidation presque incessante est due à ce que les vents de N.-E., d'E. et de S.-E., qui soufflent d'une manière à peu près constante dans le centre de Madagascar, secouent la montagne au sommet de laquelle est construit l'observatoire et qui s'élève de 120$^m$ au-dessus des rizières voisines; en effet, à chaque rafale, le mercure témoigne d'une secousse plus forte. Aussi les observations de latitude qu'il a pu faire sont-elles très espacées, et il est arrivé cinq fois qu'ayant déterminé la position du nadir au commencement il n'a pu la déterminer à nouveau à la fin, parce qu'au temps calme avait brusquement succédé le vent de S.-E.

---

(¹) Des calculs, basés sur des coordonnées d'étoiles reconnues fausses aujourd'hui, m'ont à tort amené à modifier, en 1881, cette longitude.

» La différence de longitude entre le pilier de la lunette méridienne de l'observatoire d'Ambohidempona et Paris a été déterminée, avec le même cercle méridien de Rigaud, par la méthode des culminations lunaires. Les observations, au nombre de 39, ont porté sur 561 étoiles et la moyenne des résultats est $3^h 0^m 46^s \pm 4^s = 45^\circ 11' 30'' \pm 1' 00''$. En octobre 1891, le P. Colin, avec l'habile collaboration du P. Roblet, dont j'ai eu l'honneur d'exposer les beaux travaux topographiques à l'Académie qui lui a décerné le prix Delalande-Guérineau, a essayé de déterminer, par le télégraphe, la différence de longitude entre l'observatoire de Madagascar et le Jardin de la Mission catholique de Tamatave (côtes E.); il a trouvé, le 6 octobre, par 3 observations, $7^m 35^s,62$ et, le 12 octobre, par 4 observations, $7^m 35^s,23$. Le débarcadère de Tamatave étant, d'après la discussion à laquelle j'ai soumis les très nombreuses observations chronométriques et d'occultations d'étoiles par la Lune qui y ont été prises depuis soixante-dix ans, $47^\circ 5' 10''$ E. de Paris, et ce débarcadère étant à $11''$ à l'est du lieu d'observation, il en résulte que l'observatoire serait par $45^\circ 11' 8''$, soit un écart de $-22''$ avec la longitude astronomique fixée par la méthode des culminations lunaires et qui, jusqu'à nouvel ordre, doit être adoptée par les géographes. Tout le monde sait de quelles erreurs sont le plus souvent entachées les longitudes des divers lieux de la Terre et combien il est difficile, lorsqu'on ne peut pas employer la méthode télégraphique avec toutes les précautions indispensables, de déterminer les différences d'heures entre deux localités par les simples observations astronomiques. Néanmoins, on peut considérer le nombre de $45^\circ 11' 30''$ comme à très peu près exact.

» C'est au milieu de grandes difficultés que le R. P. Colin a fait ces travaux. Il a dû, seul au milieu de Malgaches à demi sauvages, diriger la construction de l'observatoire, ayant même à surveiller la taille des pierres et leur transport au haut de la montagne, installer et régler les instruments, faire les observations, non seulement astronomiques, mais aussi magnétiques et météorologiques, rédiger et publier les volumineux *Annuaires* dans lesquels il résume ses observations. Pendant tout ce temps, il n'a eu et n'a, du reste, encore pour habitation qu'une baraque en planches mal jointes, ouverte à tous les vents, avec un mauvais toit de chaume, où, pendant la saison des pluies, il a souvent été obligé de prendre ses repas à l'abri d'un parapluie. L'excès de travail, les veilles prolongées, les voyages à travers les forêts marécageuses pour des levés topographiques et des nivellements, ont malheureusement déterminé chez le savant directeur de l'observatoire de Madagascar des fièvres intenses et tenaces qui ont ruiné sa santé. Il est juste de rendre hommage au dévoue-

ment scientifique et au zèle excessif de cet astronome, d'autant plus dignes d'éloges que les conditions dans lesquelles il opère sont loin d'être aussi favorables que celles dans lesquelles se trouvent ses confrères d'Europe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les observations spectroscopiques faites à l'observatoire du mont Blanc, les 14 et 15 septembre* 1893. Lettre de M. **J. Janssen** à M. le Président.

« L'Académie a pu s'étonner de n'avoir pas été la première à recevoir des nouvelles de mon ascension et de l'installation de l'observatoire du sommet. La raison en est simple.

» Membre de l'Académie des Sciences, je désirais, avant tout, lui donner des nouvelles d'ordre scientifique. Or les observations dont je vais rendre compte n'ont pu avoir lieu, à cause du mauvais temps qui nous a surpris presque dès notre arrivée à l'observatoire, que quatre et cinq jours après; mais alors, il est vrai, par un temps admirable.

» D'un autre côté, dès que j'eus examiné l'état de la construction, j'ai tenu à donner des nouvelles de notre entreprise à notre confrère M. Bischoffsheim, au prince Roland Bonaparte, à MM. Léon Say, de Rothschild, etc., que je savais impatients d'en connaître l'issue, plus encore comme amis des Sciences que comme coopérateurs.

» Je ne donnerai pas ici les détails de l'ascension. Elle a présenté cependant de grandes difficultés, en raison de l'état des glaciers que ce dernier été, si chaud et si long, avait dépouillés de leur revêtement neigeux et qui étaient sillonnés par d'énormes crevasses.

» Ce qui a donné à cette ascension un caractère nouveau, c'est l'emploi qui a été fait, pour la première fois, des treuils à neige, pour le remorquage du traîneau portant le voyageur. On sait que j'avais combiné, fait construire à Paris et mis entre les mains de nos entrepreneurs, pour le montage des matériaux au sommet, des treuils qui ont beaucoup facilité le travail; je me servis pour mon ascension de treuils du même modèle, et, de l'avis des guides, le glacier était, cette année, en si mauvais état qu'il eût été impossible de réaliser l'ascension, sans l'emploi de ces engins.

» Partis de Chamonix le vendredi 8 septembre, à sept heures du matin, nous parvenions à la cime le lundi 11 septembre, à deux heures et demie du soir. L'observatoire se dressait devant nous.

» Cette construction à plusieurs étages, dont l'ossature est formée de

poutres larges et massives, croisées en tous sens pour assurer la rigidité de l'ensemble, produit une grande impression; on se demande comment elle a pu être transportée et édifiée à cette altitude; on se demande surtout comment on a pu oser l'asseoir sur la neige. Cependant, si l'on examine attentivement les conditions offertes par ces neiges si dures, si permanentes, si peu mobiles de la cime, on reconnaît, d'une part, qu'elles peuvent supporter les poids [1] les plus considérables, et, d'autre part, qu'elles n'amèneront que bien lentement des déplacements nécessitant un redressement de la construction qu'on y asseoit.

» Dès mon arrivée, je me livrai à une visite rapide. Je reconnus que la construction n'avait pas été enfoncée dans la neige autant que je l'avais demandé aux entrepreneurs, ce que je n'approuvai pas.

» Mes guides et moi prîmes alors possession d'une des chambres de l'observatoire, la plus grande du sous-sol. J'avais fait monter d'abord les instruments, pour pouvoir commencer immédiatement les observations, et les vivres étaient restés au Rocher-Rouge. Cette circonstance nous mit un instant dans l'embarras; le temps étant devenu subitement très mauvais, nous restâmes deux jours séparés de nos vivres. La tourmente dura du mardi au jeudi matin. Alors, le temps se mit tout à fait au beau, et je pus commencer les observations.

» Ces observations avaient principalement pour objet la question de la présence de l'oxygène dans les atmosphères solaires. L'Académie sait que j'avais déjà abordé cette importante question dans mes ascensions aux Grands-Mulets (3050$^{m}$) en 1888, et à l'observatoire de M. Vallot en 1890.

» Mais ce qui constitue la nouveauté des observations de 1893, c'est, d'une part, qu'elles ont été effectuées au sommet même du mont Blanc, et surtout que l'instrument employé était infiniment supérieur à celui des deux précédentes ascensions. Le premier, en effet, était un spectroscope de Duboscq, incapable de séparer le groupe B en lignes distinctes, tandis que l'instrument qui vient d'être employé au sommet du mont Blanc est un spectroscope à réseau de Rowland (que je dois à son amitié) avec lunettes de 0,75 de distance focale, donnant tous les détails connus sur le groupe B.

» Cette circonstance a une importance toute particulière, parce qu'elle

---

(1) Voir, dans les *Comptes rendus*, les expériences faites à Meudon sur la résistance des neiges tassées.

permet de trouver, dans la constitution de ce groupe B, des éléments précieux pour mesurer en quelque sorte les effets de la diminution de l'action de notre atmosphère à mesure qu'on s'élève dans celle-ci, et, par suite, d'apprécier si cette diminution correspond à une extinction totale à ses limites. En effet, on sait que les lignes doubles dont l'ensemble constitue le groupe B vont en diminuant d'intensité à mesure que leur réfrangibilité diminue, ou, si l'on veut, avec l'augmentation de leur longueur d'onde.

» Cette circonstance peut être mise à profit, sinon pour mesurer, au moins pour apprécier la diminution de l'action d'absorption élective de notre atmosphère. On constate, en effet, que les doublets les plus faibles s'évanouissent successivement à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, c'est-à-dire à mesure que l'action d'absorption de celle-ci diminue. Par exemple, dans les circonstances ordinaires, à la surface des mers ou dans nos plaines, les cartes du groupe B nous montrent, en dehors de ce qu'on nomme la tête de B, 13 à 14 doublets. Déjà à Chamonix, à $1050^m$, le treizième doublet est plus difficile à constater. Aux Grands-Mulets ($3050^m$), ce n'est que du dixième au douzième que la constatation peut se faire. Enfin, au sommet du mont Blanc, je ne pouvais guère dépasser le huitième.

» Il est bien entendu que nous n'établissons pas de proportionnalité entre la diminution numérique des doublets et celle de l'action atmosphérique : la loi est évidemment plus complexe; mais la constatation de cette diminution suffit, si on la rapproche d'expériences faites avec des tubes pleins d'oxygène et amenés à reproduire la série des phénomènes atmosphériques dont nous parlons, pour conclure à la disparition totale du groupe B aux limites de l'atmosphère.

» Cependant n'est-il pas remarquable que, si l'on établit d'une part le coefficient qui représente la diminution d'action atmosphérique au sommet du mont Blanc d'après les pressions barométriques $\left(\frac{0,43}{0,76} = 0,566\right)$ et qu'on multiplie par ce coefficient 0,566 le nombre 13 représentant les doublets, bien visibles généralement dans la plaine, on trouve 7,4, c'est-à-dire, à bien peu de chose près, le nombre (8) de doublets visibles pour moi au sommet du mont Blanc.

» Ce résultat est évidemment remarquable, mais je répète que, pour moi, c'est la comparaison avec les tubes, en se plaçant dans des conditions optiques aussi identiques que possible, qui peut seule conduire à des

conclusions certaines. Ces expériences comparatives ont déjà été commencées dans le laboratoire de l'observatoire de Meudon; elles conduisent au même résultat, à savoir la disparition des groupes A, B, α aux limites de l'atmosphère. Mais, en raison de l'importance de la question, elles seront reprises encore et complétées.

» On pourrait se demander si les températures élevées, auxquelles sont soumis les gaz et vapeurs des atmosphères solaires, ne sont pas capables de modifier leur pouvoir d'absorption élective, et, en particulier, si celui de l'oxygène qui pourrait se trouver dans ces atmosphères ne serait pas tout autre que celui que nous lui reconnaissons dans nos expériences, faites aux températures ordinaires.

» J'ai déjà institué des expériences en vue de répondre à cette objection. J'en rendrai compte à l'Académie, mais je veux déjà dire que les spectres d'absorption de l'oxygène, soit celui des bandes non résolubles, soit celui des raies, ne paraissent pas se modifier d'une manière appréciable quand l'oxygène est porté aux températures allant aux environs de 400° à 500°.

» *En résumé,* je dirai que les observations qui viennent d'avoir lieu au sommet du mont Blanc permettent de donner, à l'étude de cette question de l'origine purement tellurique des groupes de l'oxygène dans le spectre solaire, des bases nouvelles et beaucoup plus précises, et qu'elles conduisent aux conclusions déjà énoncées.

» Indépendamment de ces observations, j'ai encore porté mon attention sur les qualités de transparence atmosphérique de cette station presque unique; sur les phénomènes atmosphériques qu'on embrasse dans une si grande étendue et à travers une épaisseur si considérable. J'en parlerai à l'occasion.

» L'observatoire, bien entendu, n'est pas terminé; il reste encore bien à faire (1), indépendamment des aménagements intérieurs et de l'installation des instruments; mais la grosse difficulté est vaincue. On est désormais à l'abri pour travailler, on n'a plus à compter avec les tourmentes de neige; le reste viendra en son temps.

---

(1) Ma dépêche a été inexactement rendue sur ce point. Je disais : « Il reste encore bien à faire, plus les aménagements. » On a mis : « Il ne reste plus rien à faire que les aménagements. »

» J'espère que l'observatoire pourra bientôt se prêter à un séjour plus confortable que celui que j'y ai fait; cela dépendra du temps.

» Quoi qu'il en soit, je ne regrette rien; je désirais ardemment voir notre œuvre en place et, plus ardemment encore, l'inaugurer par des observations qui me tiennent à cœur. Je suis heureux qu'il m'ait été donné, malgré quelques misères, d'avoir pu les réaliser. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'arc électrique sur le diamant, le bore amorphe et le silicium cristallisé.* Note de M. **Henri Moissan.**

« *Diamant.* — Dans un Mémoire publié aux *Annales de Chimie et de Physique* (3ᵉ série, t. XX), en 1847, Jacquelin a démontré que le diamant se transforme en graphite lorsqu'on le chauffe au milieu de l'arc électrique. Il est facile de rendre cette expérience visible pour tout un amphithéâtre en lui donnant la forme suivante.

» Au moyen d'un faisceau de lumière électrique assez intense, on projette sur un écran l'image de deux charbons cylindriques entre lesquels on peut faire jaillir un arc d'intensité moindre. L'un des charbons très légèrement creusé supporte un diamant brut ou taillé de $100^{mgr}$ à $200^{mgr}$ dont l'image est projetée dans ces conditions avec une grande netteté. On approche ensuite ces charbons avec lenteur, de façon à faire jaillir l'arc sur le côté et à échauffer lentement le diamant pour qu'il n'éclate pas tout d'abord. Aussitôt que la température est assez élevée, le diamant est porté à l'incandescence, et on le voit bientôt foisonner sans fondre et se recouvrir de masses noires entièrement formées de graphite. Examiné après l'expérience, ce graphite se présente sous forme de lamelles hexagonales, séparées les unes des autres et facilement transformables en oxyde graphitique, sous l'action du mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique.

» On peut disposer cette expérience d'une autre façon, en plaçant au milieu du four électrique que j'ai décrit précédemment [1] le diamant enfermé dans un petit creuset en charbon de cornue. J'ai réalisé cette expérience avec un arc de 70 volts et 400 ampères; le cristal commence par

---

[1] H. Moissan, *Description d'un nouveau four électrique* (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1031).

se briser en menus fragments suivant les plans de clivage. Enfin, si la température continue à s'élever, chaque petite masse foisonne abondamment et la transformation en graphite est complète. Les lamelles irrégulières ou hexagonales se désagrègent avec facilité, et fournissent, par oxydation, un oxyde graphitique d'une belle couleur jaune.

» A la température de l'arc, même si cet arc n'est pas très puissant ([1]), la forme stable du carbone est donc le graphite.

» Dans de nombreuses expériences, j'ai eu l'occasion de chauffer des diamants bruts ou taillés, entourés d'une brasque de charbon, à la température de 2000° du chalumeau à oxygène. Dans ces conditions, le diamant s'est quelquefois recouvert d'une couche noire assez adhérente qui disparaissait lentement dans le mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique, mais je n'ai jamais obtenu de graphite.

» Je ferai remarquer aussi qu'en brûlant des diamants du Cap pour en obtenir les cendres et les soumettre à l'analyse, j'ai toujours vu qu'au moment de sa combustion le diamant se recouvrait d'un enduit noir, fait qui avait été signalé autrefois par Lavoisier et vérifié depuis par M. Berthelot.

» *Bore*. — Lorsque l'on place dans l'arc électrique du bore amorphe pur, préparé au moyen du magnésium ([2]), en projetant l'expérience comme nous l'avons indiqué précédemment, on voit le bore devenir rouge, s'entourer d'une grande auréole verte, puis disparaître sans présenter aucun phénomène de fusion. Après l'expérience, on trouve à l'extrémité de l'électrode des masses noires à aspect fondu, présentant quelques points cristallisés et qui sont formées par un borure de carbone de composition très simple.

» Dans cette dernière expérience, il est très important d'avoir des électrodes en charbon aussi pures que possible. On ne doit pas oublier non plus que, si la masse de bore est un peu grande, en même temps que la combinaison de bore et de carbone se produit, il peut se faire de l'acide

---

([1]) Nous avons pu transformer avec facilité un diamant en graphite dans un petit creuset de charbon formant l'extrémité de l'électrode positive d'un arc de 30 volts et 40 ampères. Cet arc était produit par une petite machine dynamo actionnée par un moteur à gaz de 4 chevaux.

([2]) H. Moissan, *Préparation du bore amorphe* (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 392).

borique qui fond avec rapidité, entre en ébullition, mais peut être enlevé ensuite facilement au moyen de l'eau bouillante.

» *Silicium*. — Le silicium cristallisé, préparé par la méthode d'Henri Sainte-Claire Deville, est placé entre les deux charbons. Dès que l'arc jaillit, on voit très bien sur l'image projetée le silicium entrer en fusion, puis donner naissance à une véritable ébullition. Lorsque les électrodes sont refroidies, on trouve sur leur sommet, au milieu du graphite qui s'est formé, des cristaux, d'un vert pâle, de siliciure de carbone.

» A cette haute température, le bore et le silicium peuvent donc facilement se combiner au carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du siliciure de carbone cristallisé*. Note de M. **Henri Moissan**.

« Le siliciure de carbone amorphe a été découvert par M. Colson [1], qui l'a obtenu en chauffant au rouge vif des cristaux de silicium dans un courant d'hydrogène chargé de vapeurs de benzine. Nous devons rappeler à ce sujet que, dans différentes Notes publiées aux *Comptes rendus*, MM. Schützenberger et Colson ont indiqué l'existence de nombreux composés renfermant du silicium et du carbone unis à de l'oxygène, du soufre ou de l'azote. L'étude de l'action de l'arc électrique sur le silicium nous a conduit à préparer ce siliciure de carbone très bien cristallisé par quatre procédés différents.

» 1° *Combinaison directe du silicium avec le carbone*. — En essayant de faire dissoudre du carbone dans le silicium maintenu en fusion, au moyen d'un four à vent, nous avons obtenu, il y a plusieurs années déjà, ce composé sous forme de beaux cristaux dont la longueur atteignait plusieurs millimètres. Ces cristaux étaient mis en liberté en dissolvant le culot de silicium dans un mélange bouillant d'acide azotique monohydraté et d'acide fluorhydrique. Cette première préparation nous démontre que le siliciure de carbone se forme avec facilité au milieu d'un dissolvant à une température comprise entre 1200° et 1400°.

---

(1) Colson, *Sur de nouveaux composés carbosiliciés* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1316).

» On prépare le même composé beaucoup plus simplement en chauffant au milieu de mon four électrique un mélange de silicium et de carbone dans les proportions de 12 de carbone et de 28 de silicium. On obtient dans ces conditions un amas de cristaux qui se purifient très bien en les maintenant d'abord dans un mélange à l'ébullition d'acide fluorhydrique et d'acide azotique monohydraté, puis en les traitant par le mélange oxydant de M. Berthelot : acide azotique et chlorate de potassium. Les cristaux sont le plus souvent colorés en jaune, mais peuvent être tout à fait transparents et quelquefois présenter la couleur bleue du saphir. Les cristaux transparents se préparent en opérant rapidement dans un creuset de charbon fermé et en employant du silicium aussi exempt de fer que possible.

» 2° *Cristallisation dans le fer fondu.* — On chauffe dans le four électrique du siliciure de fer en présence d'un excès de silicium. Le culot qui reste après l'expérience est attaqué par l'eau régale pour enlever tout le fer. Le résidu cristallin est maintenu plusieurs heures dans un mélange d'acide azotique monohydraté et d'acide fluorhydrique, enfin traité huit à dix fois par le mélange oxydant au chlorate de potassium.

» On obtient de même un culot métallique contenant des cristaux de siliciure de carbone en chauffant dans le four électrique un mélange de fer, de silicium et de carbone ou, plus simplement, un mélange de fer, de silice et de charbon.

» 3° *Réduction de la silice par le charbon.* — On peut obtenir le même composé en réduisant la silice par le charbon dans le creuset du four électrique ([1]). Les cristaux de siliciure de carbone ainsi préparés sont moins colorés que ceux qui ont été préparés par solubilité dans le fer, à la condition d'employer de la silice et du charbon bien purs.

» 4° *Action de la vapeur de carbone sur la vapeur de silicium.* — Un procédé plus original de préparation du siliciure de carbone cristallisé consiste à faire réagir la vapeur de carbone sur la vapeur de silicium. L'expérience se fait dans un petit creuset de charbon de forme allongée et

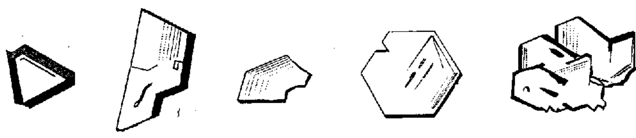
---

([1]) A la fin de l'année dernière, on a indiqué la découverte, en Amérique, d'un corps dur pouvant rayer le diamant, auquel on a donné le nom de *carborundum*. Ce produit se prépare en faisant jaillir l'arc au milieu d'une masse de silice, de coke, d'alumine et de sel marin. Le mélange obtenu dans ces conditions est d'une couleur sombre et renferme une notable quantité de siliciure de carbone cristallisé.

renfermant un culot de silicium. Le bas du creuset est porté à la plus haute température du four électrique. Après l'expérience on trouve dans l'appareil des aiguilles prismatiques très peu colorées, très dures et très cassantes de siliciure de carbone.

» *Propriétés.* — Le siliciure de carbone cristallisé est, comme on vient de le voir, un composé qui se produit à haute température. Sa stabilité est très grande, il résiste aux réactifs les plus énergiques. M. Colson avait d'ailleurs établi nettement cette propriété pour le siliciure amorphe.

» Le siliciure de carbone bien exempt de fer est incolore; ses cristaux très nets se présentent quelquefois sous forme d'hexagones réguliers.



Grossissement : 10 diamètres.

Quelques-uns possèdent, mais rarement, des impressions triangulaires et des stries parallèles; à première vue, pour un œil exercé, il est impossible de les confondre avec celles du diamant. Du reste, ces cristaux agissent vivement sur la lumière polarisée, et dans ces conditions s'irisent de belles couleurs. Leur densité est de 3,12; ils possèdent une grande dureté, rayent avec facilité l'acier chromé et le rubis. Il suffit de frotter, avec une pointe de bois dur, quelques poussières de siliciure de carbone cristallisé sur la surface polie d'un rubis pour obtenir des raies profondes et très accusées.

» Chauffés dans l'oxygène à la température de 1000°, ils sont inaltérables. On peut les chauffer de même à l'air au moyen du chalumeau de Schlœsing sans qu'il y ait trace de combustion. La vapeur de soufre ne les attaque pas à 1000°. Dans un courant de chlore à 600° pendant une heure et demie l'attaque n'est que superficielle [1]. Elle devient complète à une température voisine de 1200°. L'azotate de potassium ou le chlorate de potassium en fusion ne produisent aucune attaque.

» Il en est de même de l'acide sulfurique bouillant, de l'acide chlorhydrique et de l'acide azotique. L'eau régale et le mélange d'acide azotique monohydraté et d'acide fluorhydrique qui dissout avec facilité le silicium sont sans action sur les cristaux de siliciure de carbone.

---

[1] Sur $0^{gr},283$ on n'a perdu dans ces conditions que 0,012.

» Le chromate de plomb attaque ce composé; mais, pour brûler complètement le carbone dans un tube de verre, il faut répéter l'opération plusieurs fois sur le même échantillon.

» La potasse caustique en fusion désagrège ce siliciure, lui fait d'abord subir un véritable clivage, puis finit par le dissoudre après une heure de chauffe au rouge sombre, avec production de carbonate et de silicate de potassium. Cette dernière réaction permet de doser la silice, tandis que le carbone peut être pesé sous forme d'acide carbonique par combustion, en présence du chromate de plomb.

» *Analyse.* — Le dosage du carbone se fait sur $100^{mgr}$ à $200^{mgr}$, que l'on chauffe dans une nacelle de platine contenant du chromate de plomb à une température un peu supérieure à 1000°. L'expérience se fait dans un tube de porcelaine de Berlin, traversé par un courant continu d'oxygène.

» Le silicium, pesé à l'état de silice, a été obtenu en attaquant $200^{mgr}$ de siliciure par un mélange d'azotate et de carbonate de potassium en fusion, le résidu a été repris par l'acide chlorhydrique, puis évaporé à sec. Une fois l'attaque terminée, l'analyse se conduit comme un dosage de silice dans un silicate.

» Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

| | 1. | 2. | Théorie. |
|---|---|---|---|
| Silicium.............. | 69,70 | 69,85 | 70 |
| Carbone.............. | 30 | 29,80 | 30 |

» Ces analyses nous ont permis d'établir que les cristaux de siliciure de carbone, obtenus par les différents procédés que nous avons décrits, répondaient tous à la formule SiC.

» A ces températures de l'arc électrique, il ne se produit qu'une seule combinaison du silicium et du carbone, la plus simple, celle qui est formée d'une molécule de chaque élément. Ce siliciure dont la stabilité est si grande sera, pour nous, le type de toute une classe de composés préparés au moyen du four électrique et que nous décrirons successivement. »

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur la reproduction des Huîtres dans le vivier de Roscoff.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Les résultats de l'expérience d'ostréiculture tentés dans le vivier de Roscoff ont été, dès qu'ils se sont produits avec quelque importance, présentés à l'Académie des Sciences. Ils avaient été obtenus dans les années 1890, 1891 et 1892; en voici le résumé :

» Quelques milliers de naissains dus à la ponte des mois de juillet et

août 1889, placés dans les caisses ostréicoles, avaient été déposés avec tous les soins voulus au mois de mars 1890 dans le vivier du laboratoire. Un an après les jeunes Huîtres avaient une jolie grandeur et étaient devenues marchandes par la taille; mais elles manquaient encore de corps et cependant leur saveur était fine et agréable.

» Au mois d'août 1892 elles étaient déjà fort belles et, vers le mois d'octobre, leur qualité, au point de vue du consommateur, était excellente, ainsi que l'ont constaté de fins connaisseurs.

» La publication de ces premiers résultats causa de la part de quelques ostréiculteurs, surtout étrangers, des questions et des visites qui ne pouvaient manquer d'éveiller l'attention sur un point particulier.

» Il faut remarquer que ces essais d'ostréiculture, dans un pays où la culture des Huîtres était absolument abandonnée, bien que ce Mollusque se trouvât sur les plages et les grèves et où existait un banc, jadis riche et maintenant épuisé par suite d'une exploitation exagérée, avaient pour but simplement de montrer ce qu'on pouvait obtenir par les soins d'une culture intelligente et assidue. Les recherches de science pure étant entièrement assurées dans le laboratoire de Roscoff, il devenait utile de prouver aux gens de mer, le plus souvent aussi insouciants de leurs intérêts bien entendus que difficiles à convaincre, qu'on pouvait avoir des produits certains là où la mer ne rapportait rien.

» Le laboratoire devait être, en ce cas, non pas un producteur, mais un démonstrateur de la possibilité de la création d'une industrie là où tout était abandonné à l'incurie absolue. Il devait, en un mot, faire un essai de zoologie appliquée.

» Le repeuplement des bancs a été tenté de bien des façons. Il m'a paru qu'à Roscoff il n'y avait aucune innovation à faire pour le moment et j'ai commencé les essais dans le vivier suffisamment vaste dépendant du laboratoire placé sous ses murs. C'est là que des caisses ont d'abord été installées et que du naissain acheté sur les vastes plages ostréicoles d'Auray a été élevé.

» On sait que les ostréiculteurs se partagent souvent les opérations de leur industrie suivant les circonstances plus ou moins favorables dont ils peuvent disposer et profiter.

» Les uns conservent des Huîtres mères pour produire du naissain qu'ils vendent et qui donne des produits fort rémunérateurs. Ils recueillent le naissain sur des collecteurs bien préparés et à côté ils soignent des Huîtres qu'ils livrent au commerce.

» Les autres ayant plus d'avantage à acheter le naissain ne s'occupent que de son élevage et du commerce des Huîtres de très bonne qualité qu'ils obtiennent. Ils ne conservent pas d'Huîtres destinées à la reproduction.

» C'est dans cette dernière condition que s'est trouvé, au début, le laboratoire de Roscoff. Il s'agissait d'y prouver d'abord que l'Huître pouvait y vivre et y croître; ensuite qu'elle y acquérait d'excellentes qualités. La série des expériences a montré que, pendant son passage de deux années dans le vivier du laboratoire, le naissain y avait acquis et une très belle taille et d'excellentes qualités comme aliment de luxe.

» La production du naissain étant devenue dans quelques localités une source de revenus véritables, dans plusieurs des communications qui m'ont été adressées on me demandait si mes Huîtres s'étaient reproduites dans le vivier du laboratoire. La question était le résultat d'une croyance qui paraissait bien arrêtée, à savoir : que, dans un vivier ou enclos fermé, la reproduction ne pouvait pas avoir lieu.

» Dans la dernière Note insérée aux *Comptes rendus*, où il était question surtout de la qualité acquise, les faits observés relativement à la reproduction y étaient rappelés et il y était dit :

» En 1891, au mois de juillet et au commencement d'août, bon nombre d'Huîtres élevées dans le vivier étaient en lait ou renfermaient des embryons très viables, car ils étaient fort actifs; mais il s'en fallait de beaucoup que tous les individus se fussent reproduits.

» En 1892, les mêmes Huîtres, déjà beaucoup plus belles, plus lourdes, ayant plus de corps qu'en 1891 et arrivant à leur troisième été de séjour dans le vivier, se sont de même reproduites.

» J'ai montré leurs embryons très vivants, à Paris, à la Société nationale d'agriculture, et, à Roscoff, à des savants belges faisant des recherches au laboratoire.

» Quant à la production en grande quantité du naissain, je ne saurais encore me prononcer. Il importe de prolonger l'expérience et de voir si l'âge n'est pas un facteur dont il faut tenir grand compte dans la solution du problème qui se pose.

» Des preuves non douteuses de la production des embryons viables se remarquaient dès la deuxième année dans tout l'appareil hydraulique du laboratoire. En effet, sur les parois du vivier s'étaient fixées de jeunes Huîtres, et un flotteur en bois, destiné à faire connaître l'élévation de l'eau dans le réservoir qui alimente l'aquarium, portait plus d'une douzaine de jeunes Mollusques d'une très belle apparence et de taille remarquable relativement à l'âge. Or, l'eau du réservoir d'alimentation n'avait été puisée que dans le vivier pendant la saison du frai. La prise d'eau en

mer étant en réparation pendant cette période, la pompe n'avait pu élever que de l'eau où baignaient les Huîtres en état de reproduction; enfin, la preuve la plus convaincante qu'on puisse donner à l'appui de ce fait est celle-ci : avant la présence des Huîtres dans le vivier, on n'avait jamais vu de naissain se fixer sur les bois ou les parois de l'enclos.

» Comme on l'a vu plus haut, il y avait à se demander si l'âge n'était pas un facteur important dans l'abondance de la production des embryons viables.

» Aujourd'hui, cette proposition, émise un peu dubitativement, devient une certitude absolue.

» Les Huîtres du vivier de Roscoff sont âgées aujourd'hui de quatre années, puisqu'elles sont nées en 1889. Elles ont trois années seulement de séjour dans le vivier; année par année, leur accroissement a été soigneusement enregistré. La valeur de leur qualité gustative n'a été acquise qu'en 1892, en septembre de la deuxième année de parcage. Quelques individus s'étaient reproduits après la deuxième année d'âge et la première année de parcage.

» En 1893, soit la quatrième année d'âge et la troisième année de parcage, les résultats sont tout autres que les années précédentes. Le naissain a été très abondant.

» Je tiens à faire remarquer que l'expérience et l'essai d'Ostréiculture de Roscoff dans les procédés mis en pratique n'a rien de nouveau. Mon gardien dévoué a fait, sous ma direction, l'application des procédés employés à Auray par M. Jardin, l'ostréiculteur bien connu du Morbihan, président de la Société ostréicole du pays.

» Il n'y avait pas à innover, il fallait appliquer avec un soin continu et autant d'intelligence que de dévouement les méthodes ayant déjà donné de bons résultats. Les premières caisses et le naissain m'ont été fournis par M. Jardin, qui, avec une complaisance extrême, s'est plu à montrer ses parcs dans la mer d'Auray.

» Mon gardien Ch. Marty a, pendant les trois années de l'expérience, appliqué tous ses soins à faire que mes essais réussissent pour le mieux. Je ne saurais trop le louer de son zèle à bien conduire cette longue expérience.

» Aujourd'hui, la reproduction, non seulement a pu être reconnue possible pendant les deux premières années, mais dans la troisième elle a été à ce point productive, que, l'année prochaine, j'espère pouvoir ne plus

acheter de naissain pour les expériences que je poursuis et continue à Roscoff et dans d'autres localités.

» Ch. Marty pense pouvoir *détroquer* au moins quatre à cinq mille petites Huîtres, car il a badigeonné avec la bouillie de chaux, dont se servent les ostréiculteurs, les collecteurs de toutes sortes : tuiles canal, briques, fascines de brindilles, pierres, qu'il avait placés sur les caisses d'élevage.

» Ainsi se trouve vérifiée cette indication un peu dubitative, que l'âge est pour beaucoup dans la reproduction, puisque ce n'est qu'après la quatrième année que le naissain s'est largement produit et développé.

» Ce résultat, du moins pour le vivier et les conditions existant à Roscoff, établit déjà le fait important que, dans les deux premières années, la reproduction s'est produite dans une faible proportion chez quelques individus, mais qu'elle a été largement assurée pendant la quatrième.

» De cette observation, poursuivie avec persévérance un long temps, on pourrait peut-être déduire la cause de l'opinion qui semblait prévaloir parmi les ostréiculteurs m'ayant adressé la question qu'on a vue plus haut. En effet, dans l'expérience faite à Roscoff, il a paru que, dans la deuxième année de parcage dans le vivier, la mortalité devenait plus grande qu'après la première année. Si ce fait était général, il aurait conduit évidemment à vendre le plus tôt possible le plus grand nombre d'Huîtres afin d'éviter les pertes considérables; moi-même et mon gardien Marty nous étions préoccupés de cette mortalité. Aussi j'avais donné pas mal de centaines d'Huîtres afin d'en faire apprécier la qualité dans la crainte d'avoir un déficit considérable à la suite de la mortalité qui se produisait.

» On peut donc supposer que, dans le commerce, des craintes de ce genre, bien autrement importantes et dues à cette cause, auront fait disparaître des viviers les Huîtres qui eussent pu, l'année suivante, devenir des Huîtres mères, alors que, au moment de leur vente, si elles avaient la taille marchande, elles n'avaient pas encore acquis toutes les qualités propres à une reproduction active.

» Il ne faut, d'ailleurs, pas oublier que, dans ces questions de genèse des animaux inférieurs, il importe de tenir le plus grand compte des conditions biologiques inhérentes aux localités, conditions dont nous ignorons *a priori* la valeur et l'existence dans la plupart des cas, car il n'est possible d'en connaître l'existence que par le succès ou l'insuccès des expériences tentées.

» En résumé, dans le vivier de Roscoff, dont la surface n'est pas très étendue, où l'eau ne se renouvelle très bien qu'aux grandes marées et où, pendant la morte-eau, les courants sont faibles, le naissain a été produit en très grande abondance, et cela par des Huîtres âgées de quatre ans, élevées dans un vivier clos et ayant trois années de parcage.

» Voilà le fait certain qui fournit une réponse précise à la question qui m'avait été posée plus haut.

» *Nota.* — Au moment de l'impression de cette Note, voici les renseignements que m'adresse mon gardien Ch. Marty. Je tiens à les donner intégralement :

Roscoff, le 12 septembre 1893.

Monsieur le Directeur,

» Voici les renseignements que vous me demandez :

» 1° Sur le couvercle d'une caisse de $2^{mq}$, il y a 500 jeunes Huîtres ou naissain de cette année. Il y a 5 couvercles, $500 \times 5 = 2500$ naissains sur les couvercles des caisses.

» 2° Sur 3 fagots il y a à peu près 200 naissains = 200.

» 3° Sur une pierre de $40^{cm}$ de long et $20^{cm}$ de large, il y a 89 jeunes naissains, c'est-à-dire qu'elle est littéralement couverte de petites Huîtres.

» 4° Sur toutes les pierres *propres* du vivier, il y a du naissain, même sur les caisses et sur les tuyaux de fonte conduisant l'eau à l'aquarium.

» 5° Je compte, sans exagérer, qu'il y a bien 5000 *naissains* dans le vivier, *tous nés cette année*.

» 6° *Fait instructif.* Dans le vivier, sous le dallage, un Poulpe avait installé sa demeure, et par sa respiration avait établi un courant actif qui avait maintenu les pierres propres. Sous ces pierres, il y a du naissain, ce qui prouve que, partout où il y a un peu d'obscurité et des objets propres, le naissain les recherche de préférence.

» 7° J'ai fait cette année, au mois de mai, un bon nettoyage du vivier et des Huîtres. J'ai fait également des doubles couvercles avec les planches qui servaient de flotteur l'année dernière, et qui n'avait rien donné. Ces planches ont été barbouillées de chaux, ce qui permettra, je pense, de détroquer un certain nombre de jeunes Huîtres.

» 8° Il y a du naissain de toute grandeur, depuis $2^{mm}$ de diamètre jusqu'à $35^{mm}$ dans leur plus grande largeur (*je dis 3 centimètres et demi*).

» 9° Doubles couvercles sur les caisses :

Ces doubles couvercles ont eu pour résultat de maintenir toujours les vieilles Huîtres dans un grand état de propreté, tout en y laissant un courant continu d'eau, et de fournir des abris contre le soleil.

» Les fagots, qui sont aussi sur une caisse, n'ont pas autant de naissains, parce qu'ils sont recouverts d'une couche de limons et d'algues qui se développent abondamment au soleil. Les algues filamenteuses et le limon ont surtout été la cause de la non-fixation des naissains.

» Du reste, sous ces doubles couvercles, il n'y a pas que du naissain; les Botrylles y sont en grand nombre, ainsi que la *Ciona intestinalis* et quelques petites *Phalusia;* sur les vieilles Huîtres, des Serpules, des Filigranes, des Éponges se sont aussi développées.

» Dans le couloir de la vanne il n'y a rien, sauf quelques naissains sur le grillage et sur les pierres, en dedans de la vanne; mais là, les Éponges, les Algues, les Clavelines, avaient, avec les Botrylles, recouvert toute la pierre avant que les Huîtres eussent pondu; c'est ce qui a empêché la fixation. »

M. **Bouquet de la Grye**, à propos d'un travail récent de M. *Hatt,* sur l'analyse harmonique des observations de marées, présente les remarques suivantes :

« M. Hatt, dont l'Académie a déjà apprécié les travaux, vient de publier un Mémoire sur l'analyse harmonique appliquée aux marées, qui est d'un intérêt pratique pour la Marine.

» Cette expression, qui représente le développement en termes périodiques de la série de Fourier, a été appliquée par Sir William Thomson à la représentation des mouvements de la mer dus à l'attraction luni-solaire. La méthode imaginée par l'illustre Associé de l'Académie repose sur les principes généraux établis par Laplace, mais elle est à peine connue en France, et M. Hatt a cru faire une œuvre utile en l'exposant avec les développements que lui a donnés M. Darwin.

» La partie théorique qu'il présente diffère un peu de celle qui a cours en Angleterre, où l'on emploie, comme base des calculs, l'équilibre de Newton; mais le côté pratique est conforme aux prescriptions devenues réglementaires en Angleterre. Le Service hydrographique de la Marine est prêt à entreprendre l'application de la méthode au calcul de l'Annuaire des marées; une proposition a été faite pour la construction d'une machine d'un nouveau modèle, traçant directement les courbes de la marée de divers ports, ce qui permettra de faire en quelques heures un travail qui demande aujourd'hui plusieurs mois de calculs.

» Ajoutons que, sur l'initiative de M. Hatt, des ordres vont être donnés pour l'installation en Indo-Chine, où la marée est des plus singulières, de plusieurs postes marégraphiques. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Mergier** adresse une Note portant pour titre « Méthode optique pour l'étude des ondes électriques et la mesure de leur longueur ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Lippmann.)

M. **Aug. Berge** adresse, par l'entremise de M. le Maire de Dax, un dispositif destiné à effectuer rapidement le cubage des bois bruts, ou autres objets de forme analogue.

(Commissaires : MM. Tisserand, Picard, Appell.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume publié par le Conservatoire national des Arts et Métiers : « Conférences publiques sur la Photographie, organisées en 1891-1892 par M. *Laussedat,* directeur de cet établissement ».

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Albert Ribaucour,* ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, lauréat de l'Académie et auteur de travaux mathématiques très remarquables, mort à Philippeville le 13 septembre.

GÉOMÉTRIE. — *Des cercles ou des sphères dérivés d'une enveloppe de classe quelconque.* Note de M. **Paul Serret**.

« 7. Nous avons d'abord à définir géométriquement, par rapport à l'enveloppe finale $(E_2)$, la sphère directrice et le cercle directeur communs à $(E_2)$ et à toutes les enveloppes d'où elle dérive. Or, cette définition résulte immédiatement de ce qui précède.

» Concentrique, en effet, à l'enveloppe $(E_2)$, comme il a été dit déjà;

orthogonale, par définition, aux sphères

$$\Sigma_1^9 l_1 \Theta_1^2 = 0,$$

dérivées des plans tangents de celle-ci; et, dès lors, « lieu géométrique du » centre des sphères », de rayon nul, dérivées d'un groupe quelconque de trois plans tangents rectangulaires : « la sphère directrice n'est autre que » le lieu du sommet des trièdres-trirectangles circonscrits, ou la sphère de » Monge

$$x^2 + y^2 + z = a^2 + b^2 + c^2,$$

» relative à l'ellipsoïde final $(E_2)$ »; et « le cercle directeur, le lieu ana- » logue

$$x^2 + y^2 = a^2 + b^2$$

» relatif à l'ellipse $(a, b)$ ».

» 8. On aurait pu obtenir autrement, avec la notion de la sphère directrice relative à une enveloppe quelconque $(E_n)$, son rattachement immédiat à une enveloppe du second degré et sa définition géométrique par rapport à cette dernière, en cherchant, « pour une enveloppe donnée $(E_n)$, » inscrite au groupe tangentiel $T_1, T_2, \ldots T_N$, le lieu du centre des sphères » de rayon nul dérivées de l'enveloppe, ou définies, une à une, par des » identités de la forme

$$\Sigma_1^{N-2} l_1 T_1^n \equiv X^2 + Y^2 + Z^2 \text{ ».}$$

Il suit, en effet, de cette identité, rendue homogène en multipliant le second membre par $C^{n-2} - 0 = C \equiv 1$ désignant le plan de l'infini que « toute enveloppe de classe $n$ », tangente aux plans $T_1, \ldots, T_{N-2}$ et « con- » juguée à chacun des groupes d'ordre $n$, $X^2C^{n-2}$ et $Y^2C^{n-2}$ », sera d'ellemême conjuguée (¹) au dernier groupe $Z^2C^{n-2}$.

» Or l'enveloppe considérée $(E_n)$ est tangente à $T_1, \ldots, T_{N-2}$; et elle sera conjuguée à chacun des groupes $X^2C^{n-2}$, $Y^2C^{n-2}$ si, prenant par rapport à $(E_n)$ l'ellipsoïde polaire $(E_2)$ du plan de l'infini représenté par $C = 0$, le dièdre *droit* $\widehat{XY}$ se trouve circonscrit à $(E_2)$ : et c'est ce que l'orientation arbitraire du trièdre trirectangle XYZ, auquel est rapportée la sphère évanouissante ci-dessus, permettra toujours de réaliser. Imaginant, en effet, concentriquement à cette sphère et au trièdre XYZ, le cône

(¹) *Comptes rendus*, janvier 1878.

circonscrit à $(E_2)$; désignant ensuite par $X = 0$, $Y = 0$ les faces d'un dièdre droit circonscrit à ce cône, et achevant alors le trièdre trirectangle XYZ, le groupe $Z^2C^{n-2}$ sera encore conjugué à $(E_n)$, et la troisième face $Z = 0$, tangente à $(E_2)$, comme le sont déjà les deux premières.

» Le lieu cherché du centre des sphères de rayon nul dérivées de $(E_n)$ est donc identique au lieu du sommet des trièdres trirectangles circonscrits à $(E_2)$; c'est la sphère de Monge relative à l'ellipsoïde $(E_2)$.

» 9. Ce résultat acquis, nous pouvons écrire immédiatement l'équation de la sphère directrice ou du cercle directeur pour toute enveloppe de classe $n$ rapportée à un nombre quelconque de points de référence

$$p_1, \quad p_2, \quad \ldots, \quad p_\nu = 0$$

par une équation tangentielle de la forme

$$(E_n) \qquad \Sigma_1^\nu l_1 p_1^n = 0.$$

» Si nous représentons, en effet, par

$$S_i = 0$$

l'équation du cercle ou de la sphère de rayon nul ayant pour centre le point de référence $p_i$, le cercle directeur ou la sphère directrice ne seront autres que le cercle ou la sphère représentés, avec les mêmes coefficients $l_i$, par l'équation

$$(D) \qquad \Sigma_1^\nu l_1 S_1 = 0.$$

» Effectivement, les polaires successives de l'infini par rapport à l'enveloppe $(E_n)$ ayant pour équations successives

$$0 = \Sigma_1^\nu l_1 p_1^{n-1} = \Sigma_1^\nu l_1 p_1^{n-2} \ldots,$$

cherchons le lieu du sommet des trièdres trirectangles circonscrits à l'ellipsoïde polaire

$$(E_2) \qquad 0 = \Sigma_1^\nu l_1 p_1^2 = \Sigma_1^\nu l_1 (a x_1 + b y_1 + c z_1 - p)^2;$$

et soit $(xyz)$ un point du lieu. Si nous passons, du cône circonscrit ayant son sommet en ce point, et défini, implicitement, par la relation

$$\Sigma_1^\nu l_1 [a(x - x_1) + b(y - y_1) + c(z - z_1)]^2 = 0,$$

au cône supplémentaire, représenté par l'équation explicite

$$\Sigma_1^\nu l_1 [(x - x_1) X + (y - y_1) Y + (z - z_1) Z]^2 = 0,$$

ce dernier devra être *équilatère;* et la condition correspondante

$$A + A' + A'' = 0$$

ne diffère pas de l'équation (D).

» 10. Si les points de référence $p_1, p_2, \ldots, p_\nu$ se trouvent distribués soit sur un même cercle (C) ou sur une même sphère (S), cette sphère et ce cercle couperont orthogonalement la sphère directrice et le cercle directeur (D). Faisant $\nu = 3$ ou $\nu = 4$, et $n = 2$, on retrouve des théorèmes connus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le glucoside de l'iris.* Note de MM. **F. Tiemann** et **G. de Laire**, présentée par M. Friedel.

« En étudiant les principes immédiats qui se trouvent contenus dans la racine d'iris, nous en avons retiré un glucoside, l'*iridine*, dont nous nous sommes attachés à établir la constitution en raison des propriétés remarquables qu'il nous a présentées.

» La préparation n'offre aucune difficulté : l'extrait alcoolique de l'iris, repris par un mélange d'acétone et de chloroforme d'une densité de 0,950, donne l'iridine. Il suffit de quelques cristallisations dans l'alcool dilué, pour l'obtenir dans un état de pureté suffisant pour l'analyse.

» L'iridine cristallise en fines aiguilles blanches, fondant à 208°, répondant à la formule brute $C^{24}H^{26}O^{13}$.

» L'iridine, chauffée sous pression avec l'acide sulfurique dilué dans de l'alcool étendu, se dédouble d'après l'équation

$$C^{24}H^{26}O^{13} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^{18}H^{16}O^8,$$

en glucose et en un corps cristallisable que nous désignerons sous le nom d'*irigénine*.

» L'irigénine est purifiée par des cristallisations répétées dans la benzine bouillante et enfin dans l'alcool absolu, d'où elle se dépose en rhomboèdres d'un blanc jaunâtre, fondant à 186°.

» L'irigénine forme des éthers alcooliques. Elle donne aussi naissance à deux séries d'éthers acides. Soumise à l'action des hydrates alcalins, elle fixe d'abord trois molécules d'eau et se sépare ensuite en trois corps : l'acide formique, un phénol acide que nous appelons *acide iridique* et enfin

un phénol que nous désignerons sous le nom d'*iretol*

$$C^{18}H^{16}O^{8} + 3(H^{2}O) = CH^{2}O^{2} + C^{10}H^{12}O^{5} + C^{7}H^{8}O^{4}.$$

» Cette réaction doit être exécutée à l'abri de l'air, l'irétol en solution alcaline étant rapidement décomposé par l'oxygène.

» L'acide iridique $C^{10}H^{12}O^{5}$, purifié par recristallisations dans la benzine bouillante, se présente sous la forme de prismes incolores fondant à 118°. Il est assez soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, et insoluble dans le pétrole léger.

» Les iridates alcalins et de calcium sont déliquescents, tandis que l'iridate de baryum cristallise très bien avec 5 molécules d'eau de cristallisation, qu'il perd complètement à 105°. Il a pour formule $Ba(C^{10}H^{11}O^{5})^{2} + 5H^{2}O$.

» Les éthers de l'acide iridique, l'iridate de méthyle, l'iridate d'éthyle, s'obtiennent facilement en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique dans les solutions alcooliques correspondantes d'acide iridique.

» Outre le groupe carboxylique, l'acide iridique contient un hydroxyle libre, dont l'hydrogène peut être remplacé par les radicaux des acides et des alcools.

» Soumis à l'action de l'acide iodhydrique, l'acide iridique dégage de l'iodure de méthyle, et le poids de l'iode correspondant, dosé au moyen du nitrate d'argent à l'état d'iodure d'argent, correspond à deux groupes méthoxyliques [1].

» Il résulte de là qu'on doit développer la formule de l'acide iridique de la manière suivante : $C^{7}H^{4}(OCH^{3})^{2}(OH)(CO^{2}H)$.

» Lorsqu'on chauffe l'acide iridique au-dessus de son point de fusion, l'acide iridique se dédouble en 1 molécule d'anhydride carbonique et en une huile incolore qui distille à 239° par le refroidissement; elle se solidifie en beaux et grands cristaux, fondant à 57°. Ces cristaux constituent un nouveau phénol bien caractérisé, que nous appellerons l'*iridol*.

» Sous l'influence du chloroforme, l'iridol en solution alcaline se transforme en deux aldéhydes isomères, de la formule $C^{7}H^{4}(COH)(OCH^{3})^{2}OH$, l'un appartenant à la série para, l'autre à la série ortho.

» La formule de l'iridol est $C^{9}H^{12}O^{3}$. Si l'on oxyde, par le permanganate de potasse étendu, son dérivé méthylé $C^{10}H^{14}O^{3}$, on obtient l'acide triméthylgallique.

» Le troisième corps provenant de la cassure de la molécule de l'irigénine, l'*irétol* $C^{7}H^{8}O^{4}$, contient un méthoxyle et trois hydroxyles, et sa formule peut s'écrire $C^{6}H^{2}(OCH^{3})(OH)^{3}$. On peut le considérer comme l'éther méthylique d'un tétroxybenzène. C'est ce que l'expérience vérifie. Sa solution aqueuse est transformée par l'amalgame de sodium en chloroglucine fondant à 208°, identique de tous points avec la chloroglucine ordinaire.

---

(1) Le calcul indique 29,23 pour $(OCH^{3})^{2}$; nous avons trouvé 33,13.

» L'irétol donne, avec l'aldéhyde benzoïque, la vanilline, des produits de condensation. Le chlorure de fer colore sa solution aqueuse en violet. Les oxydants énergiques le transforment en acide oxalique; les agents alcalins le dédoublent lentement en acétone et en acide acétique.

» L'irétol, suivant les circonstances, peut réagir dans le sens de l'une ou l'autre des deux formules qui suivent; il possède donc la propriété de la tautoménie.

$C-OCH^3$ ; $HOC$, $COH$ ; $HC$, $CH$ ; $COH$      $COCH^3$ ; $HOC$, $CO$ ; $H^2C$, $CH^3$ ; $CO$

» On comprend par là l'instabilité de l'irétol. L'irigénine, au contraire, est une substance relativement stable, qu'on ne peut que difficilement décomposer par les agents qui effectuent la saponification des éthers. On peut en conclure que, dans la molécule de l'irigénine hydratée, les résidus de l'acide iridique et de l'irétol ne sont pas liés entre eux par l'oxygène, mais attachés par une chaîne d'atomes de carbone. C'est à ces conditions et aux résultats constatés que répond la formule suivante :

$$(H^3CO)(H^3CO)(OH)C^6H^2 - CH^2 - CO - CO - C^6H(HO)(OCH^3)(OH)OH,$$

qui correspond à une dicétone analogue au benzyle $C^6H^3COCOC^6C^4$.

» L'iridone contient le groupe $OC^6H^{11}O^5$ à la place d'un des deux hydroxyles de l'irigénine; la formule de sa combinaison, après fixation de 3 molécules d'eau, s'écrira

$$(H^3CO)(H^3CO)(HO)C^6H^2 - CH^2 - CO - CO - C^6H(HO)(OCH^3)(HO)OC^6H^{11}O^5.$$

L'iridine anhydre aura pour formule

$$(H^3CO)(H^3CO)(HO)C^6H^2 - CH^2 - C(O-)(O-) - CO - C^6H(OCH^3)OC^6H^{11}O^5.$$

» Bien que l'iridine et l'irigénine soient des hydrates de carbone, comme les sucres, et que l'on puisse concevoir leur formation comme résultant de la déshydratation de 3 ou 4 molécules de sucre par le simple fonctionnement organique de la plante, il n'est pas probable cependant, suivant nous, qu'ils soient le produit d'une réaction aussi simple. Les sucres cycliques, dont nous devons principalement la connaissance aux travaux de M. Maquenne, nous paraissent fournir une explication plus probable de la formation des dérivés benzéniques des sucres dans l'organisme végétal.

» Dans le cas particulier considéré, la pinite est l'éther monométhylique d'une inosite.

» Par le dédoublement symétrique de 3 molécules d'eau, l'inosite doit être transformée en chloroglucine.

» Par la séparation de 2 molécules d'eau seulement, la pinite doit donner le dihydroirétol, qui se transformera à son tour en irétol en perdant 2 atomes d'hydrogène. Or il est bien connu que la plupart des dérivés benzéniques dihydrogénés se prêtent à cette sorte de dédoublement. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches anatomiques sur le système nerveux grand sympathique de l'Esturgeon.* Note de M. **René Chevrel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans un travail précédent, j'ai décrit la disposition anatomique du système nerveux grand sympathique chez les Élasmobranches et chez les Poissons osseux ([1]); il me restait à examiner celle qu'il affecte chez les Ganoïdes, ou tout au moins chez l'Esturgeon. Cette Note est le résumé des résultats auxquels mon étude m'a conduit.

» Le système nerveux grand sympathique de l'Esturgeon procède à la fois et de celui des Élasmobranches et de celui des Poissons osseux. Il présente, comme celui de ces derniers, une partie céphalique, une partie abdominale et une partie caudale; néanmoins son facies général, et en particulier la petitesse et la distribution irrégulière de ses ganglions, les connexions des filets sympathiques avec les petits corps jaunâtres que Leydig a considérés comme des capsules surrénales, l'absence de cordons limitants proprement dits et leur remplacement par des plexus, le rappro-

---

([1]) Voir *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 2e série, t. V *bis* supplémentaire; 1887-1890.

chent davantage du système sympathique des Élasmobranches. Il établit visiblement le passage entre le système plus primitif des Élasmobranches et celui plus parfait des Poissons osseux.

» Sa partie céphalique s'étend en avant jusqu'au nerf pneumogastrique et ne paraît pas aller au delà. Elle se compose de trois ou quatre rubans anastomosés qui se dirigent en arrière vers l'extrémité antérieure des reins. Les uns proviennent de la réunion des racines que leur fournissent les nombreuses ramifications du pneumogastrique, et des filets que le sympathique envoie aux rameaux branchiaux de ce même nerf; les autres semblent naître brusquement, près de la ligne médiane du corps, au voisinage de la partie antérieure de l'aorte à laquelle ils envoient de fines ramifications.

» Deux faits caractérisent la partie abdominale du sympathique des Élasmobranches : d'une part, l'absence d'un cordon limitant, unissant des ganglions nettement accusés et symétriquement placés de chaque côté de la colonne vertébrale, et, de l'autre, la présence de petits corps jaunâtres en connexion avec les filets sympathiques.

» La même caractéristique se retrouve dans l'Esturgeon. Les ganglions nerveux sont rares, très petits et fort irrégulièrement disséminés; ils sont unis entre eux par des connectifs qui vont surtout se mettre en rapport, soit directement, soit par l'intermédiaire de ramuscules, avec les petits corps jaunâtres. Ceux-ci sont extrêmement abondants; mais, au lieu d'être placés en dehors des reins, comme la plupart de ceux des Élasmobranches, ils sont généralement plongés au milieu même de la substance rénale. C'est au voisinage de l'origine de l'artère mésentérique antérieure que se trouvent les plus volumineux d'entre eux; ils ne sont plus confondus en une seule masse comme chez les Élasmobranches, mais constituent un groupe dont les éléments sont unis entre eux par des connectifs.

» C'est de ce groupe que partent les racines qui donnent naissance au nerf splanchnique.

» La plupart proviennent du plexus latéral droit; seule, une commissure issue du côté gauche se joint aux racines de droite pour former l'un des deux troncs dont se compose le nerf splanchnique. Ces deux troncs s'envoient des anastomoses qui déterminent un plexus à mailles larges autour de l'artère; puis ils diminuent graduellement de volume et, après un certain trajet, deviennent si ténus qu'il est impossible de les suivre.

» De chaque côté de la colonne vertébrale s'étendent les deux plexus qui remplacent le cordon limitant des Poissons osseux. Les filets qui con-

stituent chacun d'eux sont très fins; ils présentent de place en place, mais très irrégulièrement, de petits ganglions à grosses cellules d'où partent généralement des ramuscules qui accompagnent les artérioles intercostales ou se répandent dans les parois du mésentère. Les rameaux communicants que ces plexus reçoivent du système nerveux central sont longs et minces; ils s'unissent sans renflement ganglionnaire aux mailles du plexus qui n'est bien formé que dans la partie antérieure de la cavité abdominale; plus en arrière il se résout en un petit nombre de filets qui ne s'envoient plus que de rares anastomoses.

» Au voisinage de l'artère mésentérique postérieure, et principalement du côté gauche, apparaissent quelques petits corps jaunâtres, plus volumineux que ceux qui le précèdent; ils sont reliés par des filets qui s'unissent en deux troncs accompagnant l'artère et allant se distribuer dans l'intestin spiral.

» A partir de là, un nouveau plexus se forme, unique, occupant la ligne médiane du corps; il s'étend depuis l'artère mésentérique postérieure jusqu'à l'extrémité postérieure des reins. Il présente, de place en place, de petits ganglions au point de jonction de ses filets, reçoit des rameaux communicants des nerfs rachidiens voisins et distribue à droite et à gauche de nombreuses ramifications.

» Au niveau de l'anus, il se continue en arrière par deux filets qui cheminent, au moins pendant une partie de leur trajet, entre l'artère et la veine caudales. Ce sont ces filets qu'on peut, malgré des différences plutôt apparentes que réelles, homologuer à la partie caudale du sympathique des Poissons osseux. Ils ont l'allure des rameaux innervateurs ordinaires, émettant des ramifications qui paraissent se perdre dans les parois de la veine caudale; mais ils reçoivent, comme la partie caudale des Poissons osseux, des rameaux communicants des nerfs rachidiens correspondants et s'anastomosent avec les branches ventrales de ces nerfs. J'ai pu les suivre jusqu'au tiers postérieur de la queue (¹). »

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire maritime de Luc-sur-Mer (Calvados).

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'histologie des Spongiaires* ([1]). Note de M. **Émile Topsent**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'examen d'Éponges vivantes, de groupes divers, conduit rapidement à la constatation de différences profondes, liées à des modifications histologiques, dans leur consistance relative. Indépendamment des Éponges friables ou coriaces, qui sont les plus nombreuses, il en est qui jouissent, au point de vue qui nous occupe, de propriétés toutes particulières. Les unes, au sortir de l'eau, laissent suinter par toute leur surface une mucosité abondante dont elles ne se débarrassent jamais complètement : les *Desmacidon fruticosus, Dendoryx incrustans, D. reses, Reniera viscosa* de nos côtes sont autant d'exemples communs de ces Éponges *muqueuses*. D'autres adhèrent aux instruments de dissociation, comme la glu, avec une ténacité vraiment surprenante; *Reniera indistincta* peut servir de types de ces Éponges *visqueuses*. D'autres enfin, surtout parmi les *Chalininæ* et les *Ectyoninæ* se montrent *élastiques* à des degrés divers, les fragments que la pince en détache sans peine tendant manifestement à faire retour au tronçon principal tant qu'on ne les en a pas écartés à l'excès.

» Il est curieux de voir combien ces caractères physiques dépendent de la nature de ces *cellules sphéruleuses* dont on a si longtemps méconnu l'importance et la généralité. Dans tous les Spongiaires elles existent (et cela souvent dès l'état larvaire), jouant, suivant les cas, le rôle de glandes, de réservoirs nutritifs ou d'éléments conjonctifs spéciaux, remplissant même parfois deux de ces fonctions simultanément.

» Leur rôle conjonctif est assez effacé dans les Éponges friables; tout au plus s'y mettent-elles en rapport les unes avec les autres, au-dessus des revêtements épithéliaux, par de fins pseudopodes; la plupart du temps elles emmagasinent dans des sphérules dissociables, entre lesquelles le noyau apparaît en clair, des substances de réserve, graisses, amidons, sels minéraux, lipochromes variés et autres matières dont l'analyse chimique reste à faire.

» Le liquide filant des *Desmacidon* et des *Dendoryx* est un mucus véritable, sécrété par leurs cellules sphéruleuses dont les couleurs d'aniline mettent en évidence la nature glandulaire. Ces éléments prennent alors l'aspect vésiculeux qu'on leur a d'abord trouvé chez *Halisarca Dujardini* (Rosettenzellen de Metschnikoff).

---

([1]) Cette Note résume les résultats de recherches poursuivies aux laboratoires de M. de Lacaze-Duthiers à Banyuls et à Roscoff.

» Une foule de *Bubaris*, d'*Axinella*, de *Raspailia* se montrent plus ou moins visqueuses et c'est une particularité dont les *Inachus* et les *Pisa* savent tirer parti quand ils se frottent contre elles pour couvrir leur carapace de leurs bourgeons charnus. Ici, les cellules sphéruleuses abondent et souvent servent à la fois de glandes et de réservoirs nutritifs. Ainsi, chez *Reniera indistincta*, outre qu'elles sécrètent la matière collante, la glu, qui imprègne toutes les régions périphériques du corps, elles renferment un amidon dans des sphérules isolables.

» C'est chez les Eponges *élastiques* qu'on rencontre les cellules sphéruleuses le plus manifestement chargées d'un rôle conjonctif. Une *Acervochalina* de Banyuls m'a offert le cas le plus simple de cette spécialisation : au lieu de se relier par de fins pseudopodes fortuits, les cellules en question s'y disposent sans intervalles en files compactes, ramifiées, qui s'anastomosent en un réseau continu.

» Il semble que chez les *Chalininæ* élastiques le type le plus répandu soit celui que Schmidt a découvert sur *Reniera aquæductus* et dont j'ai donné (*Arch. Zool. exp. et gén.*, 2^e^ série, vol. V^bis^, 4^e^ Mém., p. 184) une description plus complète et une nouvelle interprétation. Je l'ai observé chez *Chalina Montagui*, *Acervochalina finitima*, etc. J'ajouterai que le petit ligament élastique que forme chacune des cellules sphéruleuses en lignes, et qui prend part à la constitution des fibrilles, est teint vivement par les couleurs d'aniline; il n'est sans doute pas d'origine nucléaire, mais le noyau véritable ne se retrouve pas dans les cellules ainsi différenciées. Peut-être n'a-t-il qu'une durée éphémère, la cellule génératrice du ligament perdant de bonne heure son individualité cellulaire.

» Pour les *Ectyoninæ*, trois cas me sont connus.

» Chez *Acarnus tortilis*, les cellules sphéruleuses conjonctives mesurent une taille colossale et, comme chacune de leurs sphérules peut se déformer, se chiffonner, s'étirer, elles se présentent comme des linges tordus ou effilochés dont l'entrelacement communique à l'Éponge une consistance *sui generis*, semi-visqueuse, semi-élastique, appréciable de prime abord. *Microciona armata* et *M. atrasanguinea* possèdent les mêmes éléments avec mêmes particularités, mais beaucoup plus petits.

» On les retrouve encore chez *Clathria coralloïdes* et *Echinoclathria seriata*; seulement, dans ces derniers exemples, et quelquefois aussi chez les *Microciana* précitées, elles sont accompagnées de fibrilles très grêles, s'enroulant en spirale après rupture, franchement élastiques, toujours ten-

dues en tous sens dans l'ectosome et sur les parois des canaux du système aquifère.

» Je n'ai pas réussi à isoler ces fibres entières; elles atteignent certainement une longueur considérable, mais je ne suis pas sûr que leurs bouts tels que je les ai vus ne soient pas le résultat d'accidents de préparation. Je n'ai jamais, en tout cas, aperçu sur elles de renflement terminal comparable à ceux des fibrilles des *Hircinia* dont elles remplissent précisément le rôle. Malgré une Note de H. Fol à l'Académie (*Comptes rendus*, 9 juin 1890), l'origine des fibrilles des *Hircinia* n'est pas encore élucidée. Il en est malheureusement de même de celles des *Ectyoninæ*. On ne peut guère les considérer comme des modifications définitives de sphérules étirées jusqu'à devenir filiformes et disposées bout à bout, puisqu'une Éponge assez voisine, *Rhaphidophlus Jolicœuri*, qui représente le troisième cas des *Ectyoninæ*, pleine de ces fibrilles, remarquablement élastiques, ne contient jamais de cellules sphéruleuses chiffonnées. Il serait sans doute plus naturel de les comparer aux tractus sarcodiques qui se croisent en tous sens dans les *Halisarca* et les *Bajulus*. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux types nouveaux de* Choniostomatidæ *des côtes de France :* Spheronella microcephala *G. et B. et* Salenskia tuberosa *G. et B.* Note de MM. **A. Giard** et **J. Bonnier**.

« Nous avons montré, dans un travail antérieur ([1]), que la famille des *Choniostomatidæ*, établie par Hansen pour le seul genre *Choniostoma*, devait renfermer, en outre des formes autrefois entrevues par Kröyer et Max Weber, un genre nouveau découvert par nous sur une *Mysis* déjà parasitée par un Épicaride, et enfin le Copépode énigmatique si bien étudié par Salensky, *Sphæronella Leuckarti*.

» Jusqu'à présent, aucun Crustacé de cette famille n'avait été rencontré sur les côtes de France. A l'occasion de notre Note sur *Podascon Dellavallei*, Épicaride parasite de l'*Ampelisca diadema* Costa, M. Chevreux nous envoya un certain nombre d'*Ampelisca spinipes* Bœck, *A. tenuicornis* Lillje-

([1]) Giard et Bonnier, *Note sur* l'Aspidæcia Normani *et la famille des* Choniostomatidæ (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XX, 1889, p. 341-372, 4 figures dans le texte et Pl. X et XI).

borg et *A. spinimana* Chevreux, recueillis au Croisic et qu'il pensait infestés par des *Podascon*. L'examen attentif de ces Amphipodes, qui étaient tous des femelles, nous prouva qu'un seul exemplaire d'*A. spinimana* portait un *Podascon* d'espèce nouvelle, *Podascon Chevreuxi* G et B.

» Tous les autres parasites étaient, non pas des Isopodes Épicarides, mais des Copépodes de la famille des *Choniostomatidæ*, appartenant à deux genres différents. Le parasite d'*Ampelisca tenuicornis* est un *Sphæronella* distinct de l'espèce méditerranéenne étudiée par Salensky : nous l'appellerons *Sphæronella microcephala*. Le parasite d'*A. spinipes* appartient à un genre nouveau : nous lui donnerons le nom de *Salenskia tuberosa* en l'honneur de l'éminent zoologiste russe à qui nous devons les premiers renseignements explicites sur l'évolution des *Choniostomatidæ*.

» Ces deux espèces de parasites se trouvent environnés de leurs multiples paquets d'œufs dans la cavité incubatrice des *Ampelisca* rendus stériles par *castration parasitaire*. Les lamelles incubatrices deviennent souvent largement béantes, laissant entrer les grains de sable et autres particules étrangères, ce qui n'arrive jamais lorsque les *Ampelisca* portent leur ponte ou sont à l'état non gravide normal.

» Nous n'avons pu, malgré les recherches les plus minutieuses sur les quatre individus infestés, trouver un seul mâle de *Sphæronella microcephala*. La femelle diffère du *Sphæronella Leuckarti* par l'exiguïté de la portion céphalique comparée à la masse totale du corps. L'appareil buccal est plus simple. Nous n'avons distingué qu'une paire de mandibules, très robustes, il est vrai, faisant saillie par leur extrémité libre au centre de la ventouse. La première paire de maxillipèdes est plus développée que la seconde, contrairement à ce qui a lieu chez *S. Leuckarti*. L'aire génitale présente une disposition différente. Les papilles cornées sont très grosses et représentent les ouvertures évacuatrices de deux glandes cémentaires. Il ne faut pas confondre ces glandes cémentaires avec les glandes collétériques sécrétant la substance des sacs ovigères et débouchant dans le voisinage immédiat de l'ouverture femelle.

» Nous avons compté jusqu'à neuf paquets d'œufs autour d'une seule famille. Chaque paquet peut contenir 60 à 80 œufs à vésicule germinative très volumineuse et tache germinative bien nette.

» La segmentation est épibolique. Les macrosphères endermiques renferment de grosses sphères huileuses, analogues à celles que l'on voit dans les œufs de beaucoup de poissons. Nous n'avons pas rencontré d'embryons complètement développés.

» Ce genre *Salenskia*, dont nous n'avons eu qu'un spécimen, par la dégradation de la femelle adulte, se rapproche de *Choniostoma*, et plus encore d'*Aspidœcia*. Le corps de la femelle est irrégulièrement piriforme, terminé en cône à la partie buccale.

» Toute trace d'appendices masticateurs ou locomoteurs a complètement disparu. On ne trouve à la tête qu'un appareil fixateur en forme d'amphidisque ou de bouton de manchette. L'aire génitale est plus simple que chez *Sphæronella*. Il n'y a pour tout ornement qu'un poil chitineux situé du côté interne de chaque ouverture femelle.

» Dans le voisinage de ces ouvertures nous avons trouvé trois mâles pygmées. Ceux-ci présentent une particularité fort intéressante. Ils n'ont pas subi la métamorphose régressive qu'on constate chez les mâles de *Sphæronella Leuckarti* et d'*Aspidœcia Normani;* ils ont gardé la forme caractéristique des embryons de *Sphæronella* et de *Choniostoma*. Cependant l'existence des deux énormes réservoirs sphéroïdaux considérés comme des spermathèques chez les mâles des autres *Choniostomatidæ* permet de croire qu'ils ont atteint leur maturité sexuelle. Nous serions donc en présence d'un fait de *progenèse* tout à fait comparable à celui que nous offrent les mâles Cryptonisciens de certains Épicarides et l'on peut se demander si, comme pour quelques-uns de ces derniers, il n'y aurait pas *dissogonie* dans le sexe mâle de *Salenskia,* c'est-à-dire si, après avoir fonctionné sous la forme larvaire, ces mâles, ou tout au moins l'un d'entre eux, ne pourraient subir la métamorphose régressive constatée chez ceux d'*Aspidœcia* et de *Sphæronella Leuckarti*. Peut-être aussi ces mâles pygmées sont-ils seulement des mâles complémentaires tels qu'on en connaît dans plusieurs groupes de Métazoaires parasites. Les canaux excréteurs des spermathèques nous ont paru déboucher dans le voisinage de la bouche, contrairement à ce qui a lieu chez *Aspidœcia*.

» Nous n'avons observé de cette espèce qu'un paquet d'œufs en mauvais état, de sorte que nous ne pouvons rien dire de son embryogénie. Il est probable toutefois que les embryons doivent ressembler beaucoup aux mâles progénétiques dont nous venons de parler.

» La coexistence de *Podascon Chevreuxi* et de *Podascon Dellavallei* avec les Choniostomatides, signalés dans cette Note, sur des espèces du même genre *Ampelisca*, soulève une fois de plus le problème déjà signalé par nous d'une relation éthologique possible entre les deux groupes de parasites Épicarides et Choniostomatides. D'après ce que nous savons des mœurs de *Choniostoma* et d'*Aspidœcia*, nous inclinons à penser que les

Épicarides ouvrent la voie *actuellement* ou dans certains cas peut-être l'ont ouverte *phylogéniquement* aux *Choniostomati dæ*. Mais c'est là un point qui exige de nouvelles recherches poursuivies autant que possible sur les animaux vivants. »

M. A. **Bandsept** adresse, de Bruxelles, une Note intitulée « Sur certains phénomènes observés dans la combustion rationnelle du gaz; nouveau calorimètre ».

M. A. **Isselin** adresse une Note relative à un nouveau robinet pour l'alimentation des chaudières à vapeur.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 25 septembre 1893.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XIX, n° 9, 25 septembre. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Connaissance des Temps ou des mouvements célestes, pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an* 1896, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

*De l'analyse harmonique des observations de marées,* d'après les travaux anglais, par Hatt, ingénieur-hydrographe (Extrait des *Annales hydrographiques,* 1893). Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

*Annales médico-psychologiques*. Journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale

des aliénés. Fondateur Dr J. Baillarger, rédacteur en chef Dr ANT. RITTI. Septième série. Tome XVIII. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année* 1893 ; Juillet. Cracovie, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Meteorological observations made at the Adelaide observatory, and other places in south Australia and the northen territory, during the years* 1884-1885. Adelaide, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

## *ERRATA.*

(Séance du 18 septembre 1893.)

Note de M. *C. Queva* :

Page 409, ligne 21, *au lieu de* Anatomie végétale...., *lisez* Anatomie de la tige.....

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 OCTOBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Appell** présente à l'Académie le premier Volume de son « Traité de Mécanique rationnelle ».

Ce Traité est le résumé des leçons faites à la Sorbonne depuis plusieurs années. Ce premier Volume contient la Statique et la Dynamique du point.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le* Serpent d'eau *du Rhône, à Genève;* par M. **H. Faye**.

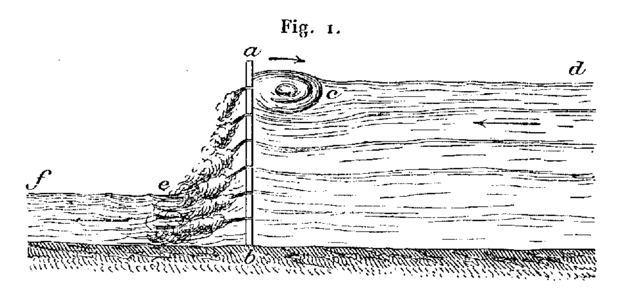
« J'ai profité de mon séjour récent à Genève pour examiner le phénomène dit *Serpent d'eau*, dont feu notre illustre Correspondant M. Daniel

Colladon a entretenu l'Académie dans son intéressante Communication du 22 septembre 1890.

» M. Turettini a créé un système de barrage à rideaux pour régler le déversement du Rhône et maintenir le niveau de l'eau dans le bief qui alimente, par sa chute, les turbines motrices. On sait que ces turbines donnent à la ville sa distribution d'eau, son éclairage électrique et le transport de la force à domicile.

» Lorsque j'ai vu ce barrage, il consistait principalement, dans sa partie centrale, en sept ou huit rideaux d'un peu plus de $1^m$ sur $2^m$ de hauteur qui étaient entièrement relevés, précédés et suivis de deux rideaux entièrement abaissés qui laissaient passer l'eau du lac, tandis qu'au barrage l'eau traversait en masses écumeuses les interstices des rideaux relevés. L'arrêt, dans un intervalle de $8^m$ à $9^m$, n'était donc pas complet, quoique les rideaux s'élevassent un peu au-dessus du niveau du fleuve, et l'eau arrivait à cette espèce de digue avec une certaine vitesse. De là un choc et, par suite, un mouvement rétrograde de l'eau, c'est-à-dire un remous parfaitement visible du dehors. L'eau, refoulée par le barrage, marchait en sens inverse du courant jusqu'au point *c* (*fig.* 1), à près de $1^m,50$ de la ligne des rideaux. Au-dessous, il existait donc un mouvement giratoire

Fig. 1.



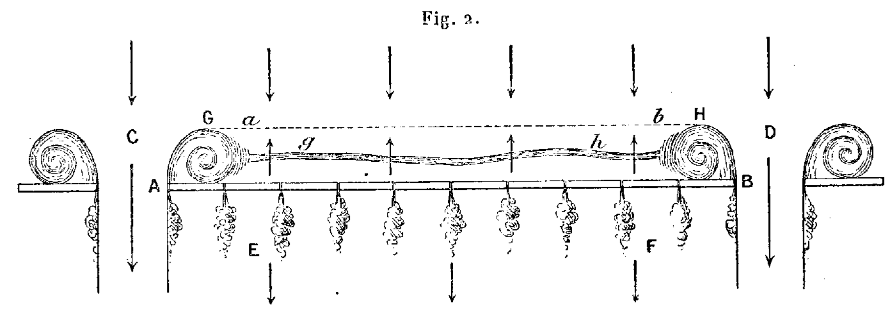

*cd*, Cours du Rhône bleu, arrêté en partie par le barrage.
*ef*, Cours du Rhône dans le lit inférieur, nappe écumeuse blanche filtrant par les interstices des rideaux.
*ac*, Giration à axe horizontal et à plans verticaux immobiles, régnant tout le long du barrage.

très marqué dans le sens horizontal. Les spires de cette giration devaient par conséquent être contenues dans des plans verticaux immobiles perpendiculaires à la direction des rideaux. C'est ce remous et cette giration que j'ai tâché de reproduire dans la *fig.* 1, sorte de coupe perpendiculaire au barrage.

» La limite de la giration à axe horizontal, invisible, s'étendant d'un

bout à l'autre des rideaux relevés, est indiquée sur la *fig.* 2, en plan, par le trait pointillé GH. Elle est, comme je l'ai dit, à $1^{m},5$ de la ligne des rideaux et lui est parfaitement parallèle. C'est dans l'intervalle des rideaux AB et de la ligne pointillée GH que se produit de temps à autre le serpent d'eau. Alors, quand l'air pénètre d'une façon quelconque dans cette giration, il s'étend rapidement d'un bout à l'autre tout en gardant le même diamètre. Ce n'est pas un tourbillon proprement dit, c'est un tournoiement rapide des molécules restant sensiblement dans des plans

Fig. 2.




AB, Barrage à rideaux.
C et D, Déversement du Rhône bleu par les rideaux abaissés.
EF, Cours du Rhône écumeux et blanc dans le commencement du bief inférieur ([1]).
G et H, Tourbillons permanents à axe vertical et descendants produits par le courant de déversement du fleuve.
*gh*, Serpent d'eau horizontal, à la profondeur d'un demi-mètre, amorcé par les tourbillons verticaux G et H qui lui amènent de l'air du dessus.

verticaux autour d'un axe horizontal, légèrement serpentin, situé à $0^{m},5$ de profondeur. L'air ne tend pas à s'en échapper en bulles montant dans l'eau; au contraire, l'air emprisonné dans ce serpent d'eau y est à une pression inférieure. M. Colladon a fait voir, par une expérience délicate, parfaitement conduite, que ce serpent exerce à son intérieur une aspiration sensible. En y plongeant l'extrémité d'un manomètre, il a constaté que, dans la branche libre, l'eau monte d'un demi-mètre environ.

» D'après cela, il est probable que, en dirigeant autrement l'expérience, on reproduirait à volonté le serpent d'eau. Il suffirait d'introduire dans le

---

([1]) Lorsque je vis ce barrage pour la première fois, et d'un peu loin, je fus frappé du contraste de la couleur parfaitement blanche de l'eau qui sortait en écume par les petits interstices des rideaux relevés et de la belle couleur bleuâtre de l'eau qui sortait en masse continue par les rideaux abaissés. On aurait dit deux planches verticales peintes en bleu clair et comprenant les nappes écumeuses.

remous un tube plein d'air, ouvert en bas et fermé à la main par le haut, et de tâtonner en promenant l'extrémité libre du tube à $\frac{1}{2}$ mètre au-dessous de l'eau, jusqu'à ce qu'on ait rencontré le lieu où les girations sont le plus resserrées et le plus étroites. Alors l'air du tube qu'on déboucherait par le haut serait aspiré par un effet centrifuge et s'écoulerait horizontalement à droite et à gauche de manière à former ce serpent plus ou moins mince. Seulement, lorsque ce serpent se déferait par une cause quelconque, l'air contenu s'échapperait sur place en remontant à la surface. Or c'est ce qui n'arrive pas.

» La difficulté de l'explication du serpent d'eau vient de ce qu'on ne voit pas comment l'air s'y introduit et comment il en sort. L'explication précédente n'est donc pas complète.

» C'est que la giration que nous venons de décrire n'est pas la seule qui se produise dans ce singulier barrage. Considérez l'un des rideaux abaissés à l'une des extrémités (*fig.* 2), par où l'eau passe librement dans le bief d'aval. Sur les bords, l'eau entraînée en masse agit sur l'eau voisine presque fixe qui est retenue par le rideau voisin relevé et y produit, en amont, une giration sensible. Mais ce ne sera plus une giration à plans parallèles, comme tout à l'heure : ce sera une véritable trombe à girations *descendantes,* comme on en observe fréquemment près des culées d'un pont lorsque la section d'écoulement se rétrécit.

» On voit, dit M. Hirn, se former un tube conique dont la pointe descend jusqu'au fond du canal et dans lequel l'air se précipite avec bruit. Des objets légers, du bois, du papier, qu'on jette dans ces tourbillons, descendent, entraînés vers le bas, et tournent sur eux-mêmes avec une vivacité extraordinaire ([1]).

» L'air entraîné vers le bas va s'échapper plus loin et remonte en bulles à la surface de l'eau.

» Or il peut arriver que cette trombe verticale touche et entame la giration à plans parallèles et à axe horizontal que j'ai décrite ci-dessus, et vienne ainsi fournir de l'air à ladite giration, c'est-à-dire à ce tournoiement qui s'opère en ligne droite sur toute l'étendue des rideaux relevés. Cet air, une fois engagé dans la giration linéaire, forme aussitôt un mince cordon

---

([1]) Hirn, *Étude sur une classe particulière de tourbillons; analogie existant entre le mécanisme de ces tourbillons et celui des trombes,* p. 39. Gauthier-Villars; 1878.

aérien et produit le serpent légèrement ondulant à la profondeur de $0^m,50$, lequel va rejoindre le serpent produit par un mécanisme analogue à l'autre extrémité du barrage.

» Ce serpent va continuellement en s'enflant par l'air qu'il reçoit aux deux bouts. De quelques millimètres de diamètre, il arrive rapidement à $7^{mm}$ ou $8^{mm}$, ou même à $10^{mm}$. Alors, quand il est tout formé à l'état à peu près stable, on distingue de grosses bulles d'air qui tournoient très rapidement sur elles-mêmes, à la même place, et sans remonter verticalement; puis le phénomène s'amincit et disparaît, probablement parce que les circonstances qui le déterminent sont éminemment capricieuses. Elles changent, en effet, de manière à ne pas se reproduire pendant un temps plus ou moins long, et même des mois entiers. C'est qu'elles dépendent à la fois de deux ordres de girations indépendantes et totalement différentes l'une de l'autre.

» Il me reste un doute dans l'esprit, non sur la nature de ces deux girations d'espèces si différentes, mais sur la manière dont l'horizontale s'embouche sur la verticale. Il se pourrait que le tourbillon vertical, lorsque le serpent s'établit, s'infléchît horizontalement tout entier pour obéir à l'aspiration du serpent, au lieu de rester vertical, au lieu d'être l'objet d'une succion latérale pratiquée par la giration horizontale.

» Je n'ai pu étudier comme je l'aurais voulu tous ces détails intéressants, faute de temps. Dans la première visite que je fis, j'étais accompagné du directeur de l'observatoire, M. Alfred Gautier, et des ingénieurs du service des eaux qui me firent descendre le long du pont établi sur le barrage pour examiner le serpent. Lorsque je voulus y revenir le lendemain, je trouvai le passage fermé et il me restait trop peu de temps pour aller demander leurs bons offices à ces mêmes ingénieurs. Mais je crois avoir expliqué au moins sommairement ce phénomène. Il mérite d'être étudié dans tous ses détails, d'autant plus que l'opinion de feu Colladon, qui ne voyait là que l'effet d'une *trombe ascendante*, me paraît mal fondée. L'illustre physicien désirait trop trouver des trombes ascendantes pour les opposer à mes idées sur les tornados et les cyclones. Le serpent d'eau n'est pas une trombe ascendante ; ce n'est même pas une trombe, quoiqu'il ait besoin d'une trombe essentiellement descendante pour se produire. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Rordame-Quenisset, faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* F. Courty. Note de M. **G. Rayet.**

Comète Rordame-Quenisset.

| Dates 1893. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. | Étoiles. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | | | |
| Juill. 12..... | 9.32.19,4 | 9.27.48,84 | +$\bar{1}$,732 | 46.38.36,4 | —0,788 | 1 | G. Rayet |
| 15..... | 9.22. 1,7 | 10.29.14,79 | +$\bar{1}$,716 | 53.38.35,9 | —0,742 | 2 | L. Picart |
| 16..... | 9.59.56,6 | 10.43.40,96 | +$\bar{1}$,696 | 55.54.12,2 | —0,781 | 3 | G. Rayet |
| 17..... | 9.17. 2,4 | 10.55. 5,83 | +$\bar{1}$,698 | 57.53.42,8 | —0,730 | 4 | F. Courty |
| 18..... | 10. 4.51,3 | 11. 5.19,32 | +$\bar{1}$,680 | 59.50.36,5 | —0,778 | 5 | F. Courty |
| 22..... | 9.50.12,2 | 11.32.15,58 | +$\bar{1}$,665 | 65.52.15,8 | —0,772 | 6 | G. Rayet |
| 23..... | 9.24.15,2 | 11.36.43,57 | +$\bar{1}$,661 | 67. 2.37,9 | —0,756 | 7 | G. Rayet |
| 24..... | 9. 5.39,9 | 11.40.49,29 | +$\bar{1}$,655 | 68. 7.25,9 | —0,748 | 8 | G. Rayet |
| 25..... | 9.13.32,2 | 11.44.25,40 | +$\bar{1}$,653 | 69. 7.31,0 | —0,756 | 9 | L. Picart |
| 28..... | 9. 7.37,9 | 11.52.54,54 | +$\bar{1}$,646 | 71.40.30,0 | —0,761 | 10 | G. Rayet |
| Août 1..... | 8.47.49,4 | 12. 0.42,78 | +$\bar{1}$,638 | 74.25.56,7 | —0,764 | 11 | L. Picart |
| 2..... | 9.26.11,2 | 12. 2.17,74 | +$\bar{1}$,642 | 74.49.31,4 | —0,786 | 12 | L. Picart |
| 3..... | 8.48.40,0 | 12. 3.37,39 | +$\bar{1}$,637 | 75.22.41,3 | —0,770 | 13 | L. Picart |
| 7..... | 8.44.35,5 | 12. 8.20,34 | +$\bar{1}$,637 | 77. 5.58,9 | —0,779 | 14 | L. Picart |
| 8..... | 8.53. 3,3 | 12. 9.19,69 | +$\bar{1}$,636 | 77.28.30,9 | —0,783 | 15 | F. Courty |
| 11..... | 8.31. 9,3 | 12.11.55,59 | +$\bar{1}$,632 | 78.31.36,6 | —0,781 | 16 | L. Picart |
| 12..... | 8.25.23,1 | 12.12.42,30 | +$\bar{1}$,631 | 78.50.37,6 | —0,779 | 17 | L. Picart |
| 13..... | 8.27.17,9 | 12.13.26,61 | +$\bar{1}$,633 | 79. 9.13,0 | —0,781 | 18 | L. Picart |
| 16..... | 8.24.52,4 | 12.15.29,11 | +$\bar{1}$,633 | 79.59.28,4 | —0,786 | 19 | L. Picart |

*Positions moyennes des étoiles de comparaison pour* 1893,0.

| Étoiles. | Catalogues et autorités. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| 1.. | Weisse$_2$, H. IX, 560-561 | 9.29.21,32 | +0,41 | 46.33.22,4 | —8,09 |
| 2.. | Paris, n° **12987** | 10.30.39,78 | +0,65 | 53.41.18,2 | —6,46 |
| 3.. | Weisse$_2$, H. X, n° **805** | 10.41.44,08 | +0,68 | 55.50.34,4 | —5,86 |
| 4.. | Weisse$_2$, H. X, n° **1132** | 10.58.48,12 | +0,78 | 57.59.24,1 | —5,15 |
| 5.. | Weisse$_2$, H. XI, n° **83** | 11. 7. 4,12 | +0,75 | 59.52.33,3 | —4,57 |
| 6.. | Weisse$_2$, H. XI, n° **673** | 11.36.22,86 | +0,81 | 65.57.22,9 | —2,49 |
| 7.. | Argelander + 23°, n° **2381** | 11.39.16,03 | +0,81 | 67.10.20,6 | —2,11 |
| 8.. | A.G.Z. Berlin, zones 51-55-249 | 11.38.54,74 | +0,80 | 68. 1.41,3 | —1,88 |

| Étoiles. | Catalogues et autorités. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| 9.. | Weisse$_2$, H. XI, nº 794 | 11.42.28,56 | +0,80 | 69.11. 4,0 | −1,50 |
| 10.. | Weisse$_2$, H. XI, nº 1030 | 11.54.36,42 | +0,81 | 71.29. 4,2 | −0,60 |
| 11.. | Weisse$_2$, H. XI, nº 1185 | 12. 1.44,21 | +0,79 | 74.28.14,3 | +0,37 |
| 12.. | Lalande nº 22828 (obs. de Paris) | 12. 4.46,93 | +0,80 | 74.52.38,0 | +0,55 |
| 13.. | Weisse$_2$, H. XII, nº 92 | 12. 6.29,17 | +0,79 | 75.23.12,4 | +0,74 |
| 14.. | ½(Weisse$_1$, H. XII, nº 38; Schjell., 22855) | 12. 5.40,47 | +0,75 | 76.56. 0,1 | +1,15 |
| 15.. | Weisse$_1$, H. XII, nº 78 | 12. 7.46,60 | +0,75 | 77.53.17,8 | +1,44 |
| 16.. | ½(Weisse$_1$, H. XII, nº 115; Schjell., 22973) | 12.10.15,27 | +0,74 | 78.32.17,3 | +1,70 |
| 17.. | ½[Lalande (Paris), nº 23064; Munich I, nº 7901] | 12.13.40,09 | +0,74 | 78.48.48,1 | +1,86 |
| 18.. | Weisse$_1$, H. XII, nº 193 | 12.14.27,46 | +0,74 | 78.55.14,0 | +1,92 |
| 19.. | Weisse$_1$, H. XII, nº 183 | 12.13.56,51 | +0,71 | 79.56.29,5 | +2,20 |

» 12 *juillet*. — La comète est une nébulosité ronde d'environ 3′ de diamètre, avec un noyau de 4ᵉ grandeur. L'astre est visible à l'œil nu.

» 16 *juillet*. — La comète, toujours ronde, a conservé le même diamètre, mais le noyau est devenu diffus et paraît avoir un peu faibli.

» 17-18 *juillet*. — La comète montre une queue étroite, longue et peu lumineuse.

» 23-24 *juillet*. — La comète, toujours ronde, commence à diminuer d'éclat. L'éclairement de la Lune empêche de voir la queue.

» A partir des premiers jours d'août, la comète faiblit rapidement. »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Valeurs des éléments magnétiques déterminées par l'expédition polaire de la Société impériale russe de Géographie à l'embouchure de la Lena*. Note de M. le général **A. de Tillo**.

« La Société impériale russe de Géographie vient de recevoir du capitaine N. Jurgens les résultats des observations magnétiques exécutées à Sagastyr pendant vingt mois (novembre 1882-juin 1884). L'impression du volume, confié à ma rédaction, durera une année. En attendant, il sera intéressant de connaître les valeurs moyennes des éléments et de les comparer avec les cartes magnétiques les plus récentes.

» Pour l'époque 1883, le capitaine N. Jurgens a trouvé

| | | |
|---|---|---|
| Déclinaison orientale....... | 4°,7 | |
| Inclinaison boréale........ | 83,2 | |
| Intensité horizontale............. | | 0,072 unités électriques. |

» Pour le même endroit, les cartes de M. G. Neumayer donnent les valeurs suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Déclinaison orientale....... | 11°,0 | | époque 1890. |
| Inclinaison boréale......... | 82,0 | | » 1885. |
| Intensité horizontale............. | | 0,075 | » 1885. |

» On s'aperçoit que la déclinaison, d'après la carte, est en défaut de plus de 6°. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **George-E. Hale** adresse, de Chicago, une Note « Sur la recherche de la couronne solaire en dehors des éclipses ».

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Cornu.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pour l'année scolaire 1893-1894.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l' « A History of the Theory of Elasticity », par *Isaac Todhunter,* publiée et continuée par M. *Karl Pearson.* Tome II, par M. *Karl Pearson,* en deux gros fascicules de 762 et 558 pages, contenant l'analyse des travaux publiés de 1850 à nos jours. (Présenté par M. Boussinesq.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome I des « Annales de l'observatoire météorologique du mont Blanc (altitude $4365^{m}$), publiées sous la direction de M. *J. Vallot,* fondateur et directeur de l'observatoire. » (Présenté par M. Daubrée.)

Sur le désir exprimé par M. Daubrée, ce Volume est renvoyé à l'examen d'une Commission, composée de MM. Daubrée, Bouquet de la Grye, Mascart.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de l'état de la surface d'une électrode de platine sur sa capacité initiale de polarisation.* Note de M. **J. Colin**, présentée par M. Mascart.

« Vers la fin de son travail sur la capacité de polarisation (¹), M. Blondlot s'exprime en ces termes :

» Si on laisse séjourner pendant plusieurs jours une électrode de platine dans de l'eau acidulée, sa capacité initiale diminue peu à peu avec le temps et tombe, en une semaine ou deux, au quart environ de sa valeur primitive; elle garde ensuite sensiblement cette valeur.

» Le même fait a été constaté récemment par M. Bouty (²).

» Il est probable, dit M. Blondlot, que les variations de capacité que subit une électrode proviennent de ce que des gaz, et en particulier l'hydrogène, oblitèrent plus ou moins les cavités superficielles du platine et modifient ainsi sa surface réelle.

» Si cette explication est exacte, on doit pouvoir faire varier, dans une large mesure, la capacité d'une lame de platine en produisant d'avance à sa surface un dégagement gazeux; je me suis proposé de rechercher s'il en est en réalité ainsi. J'ai mesuré les capacités par la méthode de M. Blondlot, et j'ai d'abord vérifié de nouveau que la capacité d'une électrode abandonnée à elle-même diminue avec le temps; celle de l'une de mes électrodes a diminué, au bout d'un mois, dans le rapport de 6 à 23.

» Voici maintenant comment j'ai étudié l'influence des gaz. Je prends une lame de platine, dont je détermine d'abord la capacité initiale; je fais ensuite dégager de l'hydrogène à la surface de cette lame, en m'en servant comme d'électrode négative dans un voltamètre à eau acidulée. Replaçant alors la lame dans l'appareil destiné à la mesure des capacités, je relie en court circuit la lame avec la grande électrode, pendant un temps suffisant pour qu'un galvanomètre intercalé entre elles ne soit plus dévié, et je mesure de nouveau la capacité de l'électrode. J'ai constaté ainsi qu'elle est devenue beaucoup plus petite : par exemple, pour une électrode dont la capacité était 21, cette capacité est tombée à 7 après l'action de l'hydro-

---

(¹) Blondlot, *Thèse*, 1881, et *Journal de Physique*, t. X, 1re série; 1881.
(²) Bouty, *Comptes rendus*, 20 mars 1893.

gène. Avec le temps cette valeur diminuait encore, mais faiblement; au bout de dix jours, elle était égale à 5,6, valeur qu'elle a conservée ensuite.

» L'action de l'hydrogène sur l'électrode ne se borne pas à en diminuer la capacité; elle apporte aussi une dissymétrie considérable dans le phénomène de la dépolarisation spontanée : celle-ci, très lente si l'on cherche à polariser la lame en lui faisant jouer le rôle de cathode, est au contraire très rapide dans le cas inverse. Elle est même alors tellement rapide, qu'il devient impossible de mesurer exactement la capacité lorsque l'électrode joue le rôle d'anode. Toutefois, il ne faudrait pas en conclure que la loi de l'indépendance de la capacité initiale de polarisation du sens de celle-ci cesse ici d'être exacte; il devient seulement impossible de la vérifier, la méthode employée pour mesurer la capacité se trouvant en défaut.

» Si, au lieu d'hydrogène, on fait dégager de l'oxygène sur l'électrode, on observe un résultat inverse : la capacité augmente au lieu de diminuer. Pour une des électrodes que j'ai employées, elle passait de la valeur 18 à la valeur 30, puis diminuait avec le temps.

» Enfin, si l'on prend une électrode dont la capacité ait atteint sa valeur minima, soit par l'action du temps seul, soit par l'action de l'hydrogène, qu'on ajoute à l'eau acidulée du voltamètre une faible quantité d'acide chromique, environ $\frac{1}{500}$, qu'on ferme le voltamètre sur lui-même jusqu'à ce qu'il ne donne plus de déviation au galvanomètre, qu'on mesure de nouveau la capacité de l'électrode, on constate qu'elle a augmenté : elle est supérieure à sa valeur primitive d'environ $\frac{1}{3}$ de cette valeur.

» Les résultats précédents s'accordent avec l'idée émise par M. Blondlot, que les gaz, et en particulier l'hydrogène, seraient la cause des changements dans la capacité d'une surface platine-eau. Si, en effet, conformément à cette hypothèse, la présence de l'hydrogène diminue la capacité, la capacité d'une électrode ayant servi de cathode dans la décomposition de l'eau devra être très petite; au contraire, celle d'une électrode ayant servi d'anode devra être très grande, puisque l'oxygène dégagé aura fait disparaître l'hydrogène dont le platine pouvait être chargé. L'acide chromique, oxydant énergique, doit aussi agir dans le même sens [1]. »

---

[1] Ce travail a été exécuté au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la fixation de l'iode par l'amidon.* Note de M. G. ROUVIER.

« Je me suis proposé d'étudier la fixation de l'iode par l'amidon, au moyen d'une méthode plus précise que celle que j'ai déjà indiquée (*Comptes rendus*, 18 janvier 1892). Dans ce but, j'opère de la manière suivante :

» Dans un flacon pouvant être bouché à l'émeri, je mélange des volumes déterminés d'une eau amidonnée dont je connais la teneur en amidon, d'une solution titrée d'iode, et d'une solution concentrée de chlorure de sodium. Après agitation, je laisse reposer pendant quelques heures, je décante un volume connu du liquide surnageant, et je détermine sa teneur en iode libre au moyen d'une solution titrée d'hyposulfite de soude. Je traite, dans le flacon même, le précipité et le liquide restant par un excès de la solution d'hyposulfite, et je ramène au bleu par l'addition d'une solution d'iode titrée. Au moyen de ces deux expériences, je détermine la quantité d'iode fixée par l'amidon.

» J'ai ainsi obtenu les résultats suivants :

» 1° Les poids de l'amidon restant le même, ainsi que les autres circonstances de l'expérience, si l'on fait croître la quantité d'iode ajoutée, la quantité d'iode fixée va d'abord en croissant. Si l'on emploie l'iode en quantité suffisante, on obtient un composé dont la teneur centésimale en iode s'éloigne toujours fort peu de la teneur 19,6 pour 100, qui correspond à la formule $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^5$. Je n'ai jamais obtenu une teneur plus forte, bien que j'aie employé des quantités d'iode relativement considérables.

» 2° Les poids de l'iode et de l'amidon restant les mêmes, ainsi que les autres circonstances de l'expérience, si le volume du mélange va en augmentant, la quantité d'iode fixée diminue, à condition toutefois que l'on n'ait pas employé une quantité d'iode notablement supérieure à celle qui est nécessaire pour obtenir la teneur 19,6 pour 100. Dans ce cas, le volume peut augmenter, sans que cette teneur cesse d'être obtenue. »

M. CH. TELLIER adresse une Note « Sur l'influence de la navigation au point de vue du transport des germes épidémiques ».

La séance est levée à 4 heures. M. B.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 OCTOBRE 1893.

*Traité de Mécanique rationnelle,* par PAUL APPELL, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. Tome I : *Statique. Dynamique du point.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893 ; 1 vol. gr. in-8°.

*Annales de Chimie et de Physique,* par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART, sixième série, t. XXX. Octobre 1893. Paris, G. Masson ; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin des Sciences mathématiques,* rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série, t. XVII. Juillet 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893 ; 1 fasc. gr. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie* (fondé en 1809), rédigé par MM. FREMY, REGNAULD, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGFLEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. 5e série, t. XXVIII. Paris, G. Masson, 1893 ; 1 fasc. in-8°.

*Annales de l'observatoire météorologique du mont Blanc* (altitude 4365m), publiées sous la direction de J. VALLOT, fondateur et directeur de l'observatoire, t. I. Paris, G. Steinheil, 1893 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Bulletin de la Station agronomique de la Loire-Inférieure.* Exercice 1891-1892. Nantes, Vve C. Mellinet, 1893 ; 1 vol. in-8°.

*Recherches sur la composition de l'atmosphère,* par A. PETERMANN et J. GRAFTIAU. Seconde Partie : *Combinaisons azotées contenues dans les eaux météoriques.* Bruxelles, 1893 ; 1 br. in-8°.

*Mémoires et bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux.* 3e et 4e fascicules, 1892. Paris, G. Masson ; Bordeaux, Féret et fils, 1893 ; 1 vol. gr. in-8°.

*Comité international des Poids et Mesures. Seizième Rapport aux Gouvernements signataires de la convention du Mètre sur l'exercice de* 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893 ; 1 vol. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 OCTOBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la pyro-électricité et de la piézo-électricité.* Note de Lord **Kelvin**, Associé étranger de l'Académie.

« I. La doctrine de l'électropolarisation des corps masquée par une électrisation superficielle, que j'ai donnée il y a trente ans dans *Nichol's Encyclopedia* (¹), manquait d'une explication physique de la polarisation

(¹) Reproduite dans la collection des *Mathematical and Physical papers* (Sir W. Thomson), vol. I, p. 315. — *Wiedemann's Annalen,* t. XVIII, p. 213; 1883. — *Allgemeine Theorie der Piezo- und Pyro-electrischen Erscheinungen an Kristalten,* p. 6; extrait du vol. XXXVI de *Abhand. König. Ges. Wiss. Göttingen;* 1890.

moléculaire supposée, qui permît d'en déduire une théorie physique satisfaisante de la pyro-électricité. Cette doctrine était surtout défectueuse, comme l'ont remarqué M. Röntgen et M. Voigt, en ce sens qu'elle ne renfermait aucune suggestion pour expliquer les polarités électriques multiples produites irrégulièrement par des changements irréguliers de température dans la boracite, le quartz et la tourmaline elle-même, lesquelles ont troublé beaucoup de naturalistes et d'expérimentateurs.

» Une Note courte, mais très importante, publiée par MM. Jacques et Pierre Curie dans les *Comptes rendus* du 14 février 1881, vient combler cette lacune de manière à suggérer ce qui me paraît être, comme une question de fait, la véritable théorie électrochimique d'une molécule cristalline; ma primitive indication de théorie peut ainsi recevoir une extension facile, qui remédie à son insuffisance au point de vue de la multipolarité et la rend propre à l'explication, non seulement de la pyro-électricité anciennement connue des cristaux, mais aussi de la piézo-électricité découverte par les frères Curie eux-mêmes ([1]).

» L'élément qu'ils considèrent de deux métaux, zinc et cuivre, soudés ensemble et uniquement entourés d'air, représente parfaitement une véritable molécule composée électrochimique, telle que $H^2O$ ou $SiO^2$; j'en ai réalisé un modèle physique il y a trois semaines et décrit l'appareil dans une communication au *Philosophical Magazine* ([2]), sans savoir que j'avais été devancé dans cette conception.

» II. Pour représenter les qualités pyro-électriques et piézo-électriques dans un cristal, prenons comme molécule cristalline un corps solide de forme quelconque entouré par une surface formée de parties de différents métaux, soudés ensemble de manière à constituer un conducteur métallique. Disposons un grand nombre de molécules semblables avec méthode, comme un assemblage homogène de Bravais, sans qu'elles se touchent entre elles, et relions chaque molécule aux voisines par des ressorts non conducteurs (en caoutchouc, si l'on veut réaliser un modèle qui fonctionne pratiquement).

» Nous pouvons, par exemple, supposer que chaque molécule est liée seulement avec douze molécules voisines, c'est-à-dire dans l'ordre des distances croissantes : les deux plus rapprochées; les deux suivantes; deux autres encore dans le plan des quatre premières; et les trois paires de molé-

---

([1]) *Comptes rendus*, 2 et 16 août 1880.

([2]) *On a Piezoelectric Pile*, pour octobre 1893.

cules choisies suivant la même règle de part et d'autre de ce plan. On a ainsi un modèle mécanique parfait pour l'élasticité et la piézo-électricité d'un cristal; il convient également à la pyro-électricité, si l'on suppose qu'un changement de température modifie, soit l'électricité de contact des métaux, soit la configuration de l'assemblage par un changement dans la forme de chaque molécule ou dans la force des ressorts.

» III. Le problème mathématique que présente une telle combinaison est le suivant :

» *Étant donné un assemblage homogène de surfaces fermées* S *égales et semblables, chacune d'elles composée de deux ou plusieurs métaux différents, toutes isolées dans une grande enceinte dont les parois* C *sont partout à une distance pratiquement infinie de l'assemblage et formées par l'un des métaux qui entrent dans la composition des surfaces* S (*du cuivre, pour fixer les idées*), *trouver :*

» 1° *Le potentiel dans le cuivre d'une molécule quelconque, lorsque la charge électrique totale de chacune d'elles est nulle;*

» 2° *La charge électrique de chaque molécule, quand elles sont toutes reliées métalliquement par des fils infiniment minces.*

» IV. L'expression mathématique de ces conditions et des questions du problème est la suivante :

» Considérant la surface S d'une des molécules, soient

$f(P)$ une fonction donnée de la position d'un point P sur la surface S, qui représente la différence entre le potentiel dans l'air à une distance infiniment petite du point P et le potentiel de l'air infiniment près du cuivre de la molécule (cette fonction est la même pour les points correspondants de toutes les molécules);

$V_n$ le potentiel sur le cuivre de la molécule désignée par le nombre $n$;

$D(P_i, P_n)$ la distance des points $P_i$ sur la molécule $i$, et $P_n$ sur la molécule $n$;

$\int\int dS_i$ une intégration étendue à la surface de la molécule $i$, et $\rho_i$ une fonction de la position du point $P_i$ sur la surface de cette molécule (la densité électrique en $P_i$);

$\sum_i$ une sommation pour toutes les molécules, y compris le cas où $i = n$;

$Q_n$ la charge électrique totale de la molécule $n$.

» L'équation d'équilibre électrique est

$$(a) \qquad \sum_i \int\int \frac{\rho_i\, dS_i}{D(P_i, P_n)} = f(P_n) + V_n,$$

et l'on a

$$(b) \qquad \int\int \rho_n \, dS_n = Q_n.$$

On demande de trouver, pour chaque valeur de $n$ :

» 1° $V_n$, lorsque $Q_n = 0$;

» 2° $Q_n$, lorsque $V_n = 0$.

» V. Le problème ainsi posé est d'un caractère transcendant très élevé, à moins que la surface S ne soit sphérique. Dans ce cas, il peut être résolu pour un nombre fini quelconque de molécules; c'est une simple question de calcul laborieux.

» Le travail d'un mathématicien compétent, pendant sa vie entière, serait peut-être suffisant, si l'assemblage était un parallélépipède de Bravais renfermant 125 globes en 5 réseaux de 25 globes, pour donner la solution relative à chacun d'eux avec une exactitude de $\frac{1}{100}$. Il ne faudrait pas plus de peine pour résoudre le problème, au même degré d'approximation, pour chacune des $125.10^{21}$ molécules sphériques dans un parallélépipède semblable de Bravais comprenant $5.10^7$ réseaux, si la distance $h$ entre les plans des points correspondants de deux réseaux consécutifs renfermant les molécules de première et de seconde distance n'était pas supérieure au double du diamètre de chaque molécule.

» VI. Lorsque cette dernière condition est remplie, on peut voir, par nos connaissances générales sur la doctrine des écrans électriques et sans résoudre le problème, tel qu'il est exposé, pour chaque molécule individuelle, que la solution de la seconde question est très approximativement $Q_n = 0$ pour toute molécule dont la distance à un point quelconque de la surface-enveloppe de l'assemblage dépasse $2h$ ou $3h$, et cela que les molécules soient sphériques ou d'une autre forme quelconque qui n'en soit pas très différente.

» On voit aussi que la distribution d'électricité est semblable sur toutes les molécules dont la distance aux bords de l'assemblage est supérieure à $3h$, ou peut-être $4h$ ou $5h$, c'est-à-dire que la totalité de l'assemblage compris dans la cavité d'une couche d'une certaine épaisseur ($3h$ ou $4h$) est entièrement homogène, non seulement au point de vue géométrique et mécanique, mais encore électriquement.

» Le problème qui consiste à déterminer, avec une exactitude modérée, la distribution d'électricité sur chaque molécule de l'assemblage homogène ainsi constitué est comparativement facile si la forme des molécules est sphérique.

» VII. On voit aussi, par les éléments connus d'Électrostatique et sans résoudre le problème de trouver la charge électrique sur chaque molécule de la couche extérieure dans les conditions indiquées au § VI, que la somme des quantités d'électricité situées sur toutes les molécules de cette couche, par unité de surface, est égale à la composante normale du moment électrique par unité de volume de l'assemblage homogène situé dans la cavité de cette couche superficielle.

» VIII. Les conditions de l'édifice complet, couche superficielle et assemblage homogène situé à l'intérieur, auxquelles on est arrivé dans les §§ VI et VII, peuvent être considérées comme représentant la condition naturelle non troublée d'un cristal.

» Supposons maintenant qu'un changement homogène dans la configuration de cet édifice soit produit par l'application d'une force convenable aux molécules de la couche ou par une variation uniforme de température dans tout l'intérieur, ou par les deux causes agissant simultanément. Il n'est pas nécessaire d'exclure le cas où la forme de la couche-enveloppe serait invariable, c'est-à-dire le cas où les positions relatives des points correspondants de toutes les molécules resteraient les mêmes, le changement de configuration se réduisant alors à une rotation infiniment petite de chaque molécule. Il est important de comprendre ce cas pour se prémunir contre une tendance que je trouve dans les Mémoires de MM. Curie et de M. Voigt, laquelle consiste à limiter les propriétés pyro-électriques, en supposant sans preuve expérimentale qu'elles sont identiques aux effets piézo-électriques produits par des forces capables d'amener les mêmes changements de forme ou de volume que ceux qui résultent des variations de température. Dans la nature, on peut considérer comme une possibilité générale, et comme un résultat probable dans certains cas, qu'une électropolarisation soit produite dans un corps par des variations de température, même lorsque les changements de forme ou de volume sont détruits par l'application de forces convenables sur la surface. Dans notre modèle, des modifications de la force des ressorts devraient certainement entraîner une rotation des molécules et produire ainsi une électropolarisation, même si les molécules de la couche extérieure sont maintenues immobiles, à moins que les ressorts ne soient combinés et construits spécialement en vue d'annuler cet effet.

» IX. Il faut résoudre maintenant le problème de trouver la variation du moment électrique de chaque molécule de l'assemblage homogène, produite par le changement de configuration décrit au § VIII, lorsque le

potentiel est nul sur toute la surface de la couche enveloppante. Pour n'avoir pas à défaire l'isolement séparé de toutes les molécules ou de quelques-unes, et pour conformer nos idées à la réalité des expériences sur les propriétés électriques des cristaux, je suppose que cette égalité de potentiel est produite, non par une liaison métallique temporaire entre les molécules, comme au § III (2°), mais par une feuille métallique entourant notre modèle et dont la surface interne est partout très voisine de l'enveloppe de l'assemblage, par exemple à une distance moindre que $2h$ ou $3h$ dans notre modèle, ou moindre que $10^6.h$, si l'on opère avec un cristal réel dans une expérience réelle.

» X. Pour trouver expérimentalement la solution du problème mathématique du § IX, divisons la feuille de métal en deux parties, dont l'une (correspondant au *plan d'épreuve* de Coulomb) sera désignée par E, pour abréger. Elle peut, ou être assez petite pour qu'on la considère comme plane, ou former une portion de la feuille qui couvre une étendue finie de surface plane sur l'enveloppe de l'assemblage.

» Opérons d'abord sur le cristal dans son état naturel non troublé et couvert par la feuille métallique dont la partie E est isolée.

» Produisons le changement de configuration indiqué au § VIII; mesurons alors la quantité d'électricité qui devrait passer de E au reste de la feuille pour égaliser le potentiel de part et d'autre. C'est entièrement et exactement ce que font MM. Curie dans leur admirable expérience avec le *quartz piézo-électrique,* évitant toute obligation de considérer le problème essentiellement transcendant de la distribution du potentiel électrique à la surface d'un cristal non couvert, quand il existe un trouble pyro-électrique ou piézo-électrique dans l'intérieur.

» Le quotient de la quantité d'électricité ainsi mesurée par l'aire de E est égal à la composante normale à E de l'électropolarisation intérieure lorsque E et le reste de la feuille sont en communication métallique.

» XI. Comme conclusion, en suivant M. Voigt dans sa *Théorie générale* déjà citée, on voit qu'il existe essentiellement dix-huit coefficients indépendants pour la piézo-électricité d'un cristal en général, en trois formules qui expriment les trois composantes du moment électrique par unité de volume, chacune sous la forme d'une fonction linéaire des six composantes de la déformation géométrique (strain) de la substance. A chacune de ces expressions j'ajoute un terme pour la composante du moment électrique dû au changement de température, lorsqu'une force appliquée sur la surface empêche tout changement de volume ou de forme. On a ainsi

en tout vingt et un coefficients indépendants pour la piézo-électricité et la pyro-électricité, lesquels devraient être déterminés par l'observation pour un cristal réel.

» Il est intéressant de voir comment notre modèle peut être construit pour réaliser les phénomènes piézo-électriques et pyro-électriques, en accord avec des valeurs quelconques données aux vingt et un coefficients, par une solution expérimentale d'autant de problèmes mathématiques du § IV qu'il sera nécessaire dans ce but.

» XII. Choisissons une forme convenable, sphérique ou peu différente de la sphère, pour chaque molécule. Divisons la surface totale en vingt-deux parties (ni très inégales, ni s'éloignant d'une manière exagérée de surfaces carrées ou hexagonales à angles égaux et côtés égaux) et numérotons-les par les chiffres 0, 1, 2, ..., 21. Construisons une molécule d'épreuve, la partie o étant toujours en cuivre, la partie 1 étant en zinc pour la première expérience et les parties 2, 3, ..., 21 en cuivre. Prenons un grand nombre de ces molécules pour en constituer un assemblage homogène de Bravais avec des valeurs arbitrairement choisies pour les six côtés des tétraèdres fondamentaux aux angles aigus.

» Réunissons les molécules d'une manière homogène par des ressorts non conducteurs, comme il a été indiqué au § II. Pour arriver complètement à la pyro-électricité sans hypothèse, il faut choisir ces ressorts de telle façon que, par une variation de température, lorsque les molécules du pourtour sont fixes, toutes les molécules intérieures éprouvent autour d'axes parallèles des rotations égales entre elles et proportionnelles à la différence de température. Cette condition exige que les ressorts soient constitués par deux ou plusieurs substances différentes; et quand ces ressorts sont situés dans leurs positions convenables entre les molécules, ils doivent être en tension (stress), les uns tirant et les autres poussant, dans la condition non troublée de l'assemblage.

» XIII. Soumettons maintenant l'assemblage successivement à six composantes différentes, $e$, $f$, $g$, $a$, $b$, $c$, d'une déformation géométrique (strain), et à une variation de température $t$, pendant que les molécules de l'enveloppe restent fixes. Pour chacune de ces sept configurations, mesurons par trois expériences distinctes, suivant la méthode indiquée au § X, les trois composantes de la somme des moments électriques des molécules par unité de volume.

» XIV. Répétons les mêmes 21 mesures en formant avec du zinc la partie 2 de la surface de chaque molécule, tout le reste en cuivre; puis,

en formant la partie 3 avec du zinc et tout le reste en cuivre; et ainsi de suite.

» On a ainsi $21^2$ mesures distinctes dont chacune donne, d'une manière indépendante, un des facteurs $[x, e, 1]$, $[x, e, 2]$, ..., qui apparaissent dans les 21 équations :

$$
\begin{aligned}
&[x, e, 1]v_1 + [x, e, 2]v_2 + \ldots + [x, e, 21]v_{21} = (x, e),\\
&[x, f, 1]v_1 + [x, f, 2]v_2 + \ldots + [x, f, 21]v_{21} = (x, f),\\
&[x, g, 1]v_1 + [x, g, 2]v_2 + \ldots + [x, g, 21]v_{21} = (x, g),\\
&[x, a, 1]v_1 + [x, a, 2]v_2 + \ldots + [x, a, 21]v_{21} = (x, a),\\
&[x, b, 1]v_1 + [x, b, 2]v_2 + \ldots + [x, b, 21]v_{21} = (x, b),\\
&[x, c, 1]v_1 + [x, c, 2]v_2 + \ldots + [x, c, 21]v_{21} = (x, c),\\
&[x, t, 1]v_1 + [x, t, 2]v_2 + \ldots + [x, t, 21]v_{21} = (x, t),
\end{aligned}
$$

et deux séries d'équations semblables dans lesquelles on remplacera $x$ par $y$ et $z$.

» Dans ces équations $v_1, v_2, \ldots, v_{21}$ désignent les différences volta-électriques rapportées au cuivre qui doivent être données aux parties 1, 2, ..., 21 de la surface de la molécule pour que les 21 coefficients piézo-électriques et pyro-électriques puissent avoir leurs valeurs données $(x, e)$, $(x, f)$, ..., $(z, t)$; la signification de ces coefficients est donnée par les trois équations suivantes :

$$
\begin{aligned}
X &= (x, e)e + (x, f)f + (x, g)g + (x, a)a + (x, b)b + (x, c)c + (x, t)t,\\
Y &= (y, e)e + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + (y, t)t,\\
Z &= (z, e)e + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + (z, t)t,
\end{aligned}
$$

dans lesquelles X, Y, Z désignent les composantes du moment électrique par unité de volume produit dans le cristal par le changement géométrique et le changement de température $(e, f, g, a, b, c, t)$.

» Ainsi la différence volta-électrique du zinc au cuivre étant prise comme unité, les 21 volta-différences rapportées au cuivre des parties 1 à 21 de la surface de chaque molécule sont déterminées par 21 équations linéaires.

» XV. Par cette méthode on a construit, en imagination, pour les qualités piézo-électriques et pyro-électriques d'un cristal un modèle dans lequel chacun des 21 coefficients piézo-électriques et pyro-électriques a une valeur donnée arbitrairement.

» XVI. Dans les principaux systèmes de symétrie, il est facile de voir quelle est, pour chaque cas, la manière de diviser la surface de notre molécule-modèle en parties de métaux divers, propre à donner de la façon la plus simple la solution du problème de réaliser dans l'édifice-modèle les phénomènes électriques observés.

» Choisissons, par exemple, quatre cas :

» 1. Isotropie électrique autour d'un axe bipolaire électrique.

» 2. Quatre axes bipolaires électriques dans les directions des grandes diagonales d'un cube, avec les ++ aux extrémités des diagonales des faces et les —— aux extrémités des autres diagonales des faces.

» 3. Le cas du quartz, c'est-à-dire un axe qui n'est pas bipolaire électrique : trois plans se coupant suivant cet axe à 120° et possédant des propriétés électriques égales et semblables.

» 4. Le cas de la tourmaline, c'est-à-dire un axe bipolaire électrique, et trois plans comme au cas 3.

» XVII. Pour le cas 1, choisissons un cube comme forme de molécule-modèle : trois faces en cuivre se coupant à une extrémité, et trois faces en zinc à l'autre extrémité d'une de ses grandes diagonales. Faisons un assemblage homogène avec de petits morceaux de caoutchouc attachés aux coins des cubes.

» XVIII. Pour le cas 2, la forme est un tétradécaèdre (polyèdre de quatorze faces) obtenu en coupant les sommets d'un octaèdre à faces équilatérales, de manière à réduire ces faces à des hexagones équilatéraux avec des angles de 120°. Il y a dans ce polyèdre huit faces hexagonales et six faces carrées. Construisons ces huit faces en cuivre et zinc alternativement, les faces carrées étant ou creuses ou toutes en un même métal, tel que zinc, cuivre, ou tout autre. Faisons un assemblage comme il est expliqué au § XVII. Pour illustrer cette idée, je mets sous les yeux de l'Académie un modèle construit en carton.

» XIX. Pour les cas 3 et 4 la forme de la molécule-modèle est déduite du dodécaèdre rhombique (chaque face étant un rhombe à angles de 60° et 120°) par une déformation indiquée au § XXI. On construira la molécule électrique en formant alternativement de cuivre et zinc les six faces parallèles à une quelconque des quatre diagonales passant par deux angles trièdres du dodécaèdre : pour le cas 3, les six autres faces sont chacune mi-partie zinc et cuivre ; pour le cas 4 les faces qui se coupent sur un sommet C sont formées d'un métal et les faces du sommet opposé C' d'un autre métal.

» XX. Faisons un assemblage, premièrement de ces molécules en contact, remplissant l'espace d'un prisme hexagonal de quartz ou de tourmaline terminé en pyramide, comme celle du quartz, mais dont l'inclinaison est rectifiée comme § XXI.

» XXI. Séparons les molécules de manière à laisser des distances égales, $\alpha$, entre les faces parallèles à l'axe du prisme, et des distances égales, $\beta$, entre les autres faces des molécules. Rectifions l'inclinaison de la pyramide pour l'identifier avec la pyramide terminale de quartz, par une élongation uniforme de l'assemblage dans la direction de l'axe du prisme.

» Nous avons ainsi deux paramètres disponibles, $\alpha$ et $\beta$, pour donner les deux coefficients piézo-électriques du quartz dans la théorie générale de M. Voigt.

» Le premier de ces coefficients exprime le phénomène découvert par MM. Curie; le second un phénomène très remarquable de piézo-électricité déduit mathématiquement par M. Voigt, à l'aide de la loi de symétrie, des formules de la théorie, et démontré comme une réalité de la nature par ses propres expériences, avec la collaboration de M. Friecke.

» Dans ces expériences ils ont mesuré les deux coefficients, et ils ont obtenu pour le premier à peu près la même valeur que MM. Curie.

» Quant à la tourmaline, la théorie de M. Voigt et ses expériences avec M. Friecke donnent quatre coefficients. A présent il n'est pas nécessaire de discuter les modifications de notre modèle qui sont propres à donner des phénomènes piézo-électriques en accord avec quatre valeurs données arbitrairement pour ces quatre coefficients. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transcendantes nouvelles*; par M. **Émile Picard**.

« 1. Considérons une substitution de Cremona

$$\begin{aligned} x' &= R_1(x, y, \ldots, t), \\ y' &= R_2(x, y, \ldots, t), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ t' &= R_m(x, y, \ldots, t), \end{aligned}$$

relative à $m$ lettres $x, y, \ldots, t$. Je me propose de montrer qu'il existe une

infinité de systèmes de $m$ fonctions

$$f(z),\quad \varphi(z),\quad \ldots,\quad \psi(z)$$

*uniformes dans tout le plan, n'ayant que des discontinuités polaires*, et jouissant des propriétés suivantes :

» *Elles admettent une période* $\omega'$, *et l'on a, par le changement de* $z$ *en* $z+\omega$,

$$(\mathrm{E})\qquad \left\{\begin{array}{l} f(z+\omega)=R_1[f(z),\varphi(z),\ldots,\psi(z)],\\ \varphi(z+\omega)=R_2[f(z),\varphi(z),\ldots,\psi(z)],\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ \psi(z+\omega)=R_m[f(z),\varphi(z),\ldots,\psi(z)]. \end{array}\right.$$

$\omega$ et $\omega'$ sont deux constantes données dont le rapport est imaginaire.

» Avant d'aborder ce problème, nous devons d'abord traiter une question plus générale.

» 2. On peut se poser le problème précédent en prenant pour les R des fonctions rationnelles quelconques, c'est-à-dire en ne prenant pas une substitution de Cremona. On démontre seulement, dans ce cas, l'existence de fonctions *uniformes dans une moitié du plan*. Ainsi supposons, comme il est évidemment permis, $\omega$ réel et positif et désignons par $\omega' i$ ($\omega'$ étant réel) la période appelée plus haut $\omega'$; nous allons faire voir qu'il existe une infinité de systèmes de fonctions $f, \varphi, \ldots, \psi$ satisfaisant aux conditions indiquées et uniformes dans la partie du plan à droite de $Oy$ (en posant $z=x+iy$). Nous avons seulement besoin de supposer que certaines conditions d'*inégalité* soient vérifiées par les coefficients des fonctions rationnelles R.

» On voit tout d'abord facilement qu'on ne restreint pas la généralité du problème, en supposant que les R soient des polynômes en $f, \varphi, \ldots, \psi$. Écrivons donc les équations fonctionnelles

$$(\mathrm{E}')\qquad \left\{\begin{array}{l} f(z+\omega)=P_1[f(z),\varphi(z),\ldots,\psi(z)],\\ \varphi(z+\omega)=P_2[f(z),\varphi(z),\ldots,\psi(z)],\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ \psi(z+\omega)=P_m[f(z),\varphi(z),\ldots\psi(z)], \end{array}\right.$$

les P étant des polynômes, que l'on peut aussi supposer s'annuler pour $f=\varphi=\ldots=\psi=0$. Enfin, pour terminer ces préliminaires, il est permis d'admettre que les termes du premier degré dans $P_1, P_2, \ldots, P_m$ sont res-

pectivement

$$\mu_1 f(z), \quad \mu_2\varphi(z), \quad \ldots, \quad \mu_m\psi(z)$$

et posons

$$P_1 = \mu_1 f + Q_1, \qquad P_2 = \mu_2\varphi + Q_2, \qquad \ldots, \qquad P_m = \mu_m\psi + Q_m.$$

» Voici maintenant le principe de notre démonstration. En réduisant les P aux termes du premier degré, nous avons les équations bien simples

$$\begin{aligned} f(z+\omega) &= \mu_1 f(z), \\ \varphi(z+\omega) &= \mu_2\,\varphi(z), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \psi(z+\omega) &= \mu_m\psi(z). \end{aligned}$$

» On satisfera à ces équations, les fonctions ayant de plus la période $\omega' i$, en prenant pour $f$, $\varphi$, ..., $\psi$ des fonctions doublement périodiques de seconde espèce

$$f_0(z), \quad \varphi_0(z), \quad \ldots, \quad \psi_0(z).$$

» *Ces fonctions vont nous servir de première approximation.*

» Traçons à droite de $Oy$, dans le plan de la variable $z$, des parallèles à cet axe distantes de $\omega$, $x = \omega$, $2\omega$, .... Nous avons ainsi une succession de bandes de largeur $\omega$. Je considère alors les équations

$$\begin{aligned} f_1(z+\omega) &= \mu_1 f_1(z) + Q_1[f_0(z), \varphi_0(z), \ldots, \psi_0(z)], \\ \varphi_1(z+\omega) &= \mu_2\,\varphi_1(z) + Q_2[f_0(z), \varphi_0(z), \ldots, \psi_0(z)], \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \psi_1(z+\omega) &= \mu_m\psi_1(z) + Q_m[f_0(z), \varphi_0(z), \ldots, \psi_0(z)]. \end{aligned}$$

» On peut (si certaines *inégalités* entre les $\mu$ sont vérifiées) trouver un système de fonctions uniformes $f_1(z)$, ..., $\psi_1(z)$ avec la période $\omega' i$, satisfaisant à ces équations, et ayant *dans la première bande* les mêmes pôles que $f_0(z)$, ..., $\psi_0(z)$ (que, pour simplifier, nous supposons simples et non situés sur $Oy$) avec les mêmes résidus. De ces fonctions $f_1$, ..., $\psi_1$, on déduira des fonctions $f_2$, ..., $\psi_2$ absolument comme on a déduit $f_1$, ..., $\psi_1$ de $f_0$, ..., $\psi_0$. D'une manière générale, on a

$$\begin{aligned} f_n(z+\omega) &= \mu_1 f_n(z) + Q_1[f_{n-1}(z), \varphi_{n-1}(z), \ldots, \psi_{n-1}(z)], \\ \varphi_n(z+\omega) &= \mu_2\,\varphi_n(z) + Q_2[f_{n-1}(z), \varphi_{n-1}(z), \ldots, \psi_{n-1}(z)], \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \psi_n(z+\omega) &= \mu_m\,\psi_n(z) + Q_m[f_{n-1}(z), \varphi_{n-1}(z), \ldots, \psi_{n-1}(z)]. \end{aligned}$$

» Tous les $f_n$, ..., $\psi_n$ ont respectivement les mêmes pôles que $f_0$, ..., $\psi_0$, dans la première bande, avec les mêmes résidus.

» *Ces approximations successives convergent-elles vers une limite?* C'est là le point essentiel dans la démonstration. J'établis que *les approximations convergent* si les modules de $f_0(z)$, ..., $\psi_0(z)$, le long de l'axe $Oy$, sont suffisamment petits, ce qu'on peut toujours supposer puisque ces fonctions peuvent être multipliées préalablement par des facteurs constants assez petits.

» Nous avons donc

$$\lim f_n(z) = f(z), \qquad \ldots, \qquad \lim \psi_n(z) = \psi(z) \qquad (\text{pour } n = \infty).$$

» Les fonctions $f$, ..., $\psi$ sont définies seulement dans la première bande, et un peu à droite et un peu à gauche. Nous n'avons rien à en dire à gauche de $Oy$, mais *à droite* les équations fonctionnelles elles-mêmes (E′) permettent d'en faire de proche en proche *le prolongement analytique* dans les bandes successives. En appelant maintenant $f(z)$, $\varphi(z)$, ..., $\psi(z)$ le système de fonctions uniformes ainsi définies à droite de $Oy$, nous avons un système cherché de fonctions satisfaisant aux équations (E′) et ayant la période $\omega' i$. Le nombre de ces systèmes est évidemment infini, puisque nous sommes parti de fonctions arbitraires de seconde espèce $f_0(z)$, ..., $\psi_0(z)$.

» 3. Je développerai ailleurs la démonstration précédente qui demande quelque soin. Je veux seulement indiquer ici l'énoncé d'un lemme. Soient deux fonctions uniformes $f(z)$ et $P(z)$, de période $\omega' i$ et satisfaisant à la relation

$$f(z+\omega) = \mu f(z) + P(z).$$

» On suppose la fonction $f(z)$ holomorphe dans la première bande; quant à la fonction $P(z)$, on la suppose seulement holomorphe dans une bande étroite $ii'$ comprenant l'axe $Oy$. Désignons par M le module maximum de $P(z)$ dans cette bande $ii'$. On peut trouver une constante positive $a$ dépendant seulement de $\omega$, $\omega'$, $\mu$ et de la figure, mais nullement de M, telle que l'on ait dans la première bande

$$|f(z)| < a\mathrm{M}.$$

» Tel est le lemme qui joue, dans mon analyse, le rôle principal. On doit supposer que, pour aucune valeur positive ou négative de l'entier $\nu$, on n'ait $\mu = e^{\frac{2\nu\pi\omega}{\omega'}}$.

» 4. Il est facile maintenant de revenir à la question posée au début (§ 1). Nous avons d'abord une infinité de systèmes de fonctions

$$f(z), \quad \varphi(z), \quad \ldots, \quad \psi(z)$$

uniformes dans un demi-plan, ayant la période $\omega'$ et satisfaisant aux équations fonctionnelles (E). Mais ici nous sommes assuré qu'un tel système pourra être étendu analytiquement et d'une manière uniforme dans la seconde moitié du plan : c'est ce qui résulte immédiatement de ce que la substitution (E) est birationnelle. L'extension dans la seconde moitié du plan se fera à l'aide de la substitution inverse. Nous obtenons donc bien *une classe très étendue de fonctions uniformes dans tout le plan, n'ayant d'autres points singuliers que des pôles*.

» Je montrerai, dans une autre Communication, comment ces transcendantes permettent d'intégrer une classe intéressante d'équations différentielles ordinaires se rattachant aux travaux de M. Sophus Lie sur les groupes de transformations, équations qui se présenteront comme une généralisation des équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques et à intégrale générale uniforme. »

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie du Rapport qu'il a présenté en 1891, comme Président, sur les travaux du Bureau central météorologique: avertissements aux ports et à l'agriculture, climatologie, publications; études des commissions départementales, de l'observatoire de Saint-Maur, des observatoires régionaux de Perpignan, du pic du Midi, du puy de Dôme, du mont Ventoux, de la Tour Eiffel. L'état de l'Europe pendant le remarquable hiver de 1890-1891 y est l'objet de remarques spéciales.

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres qui devront être présentés à M. le Ministre de la Guerre, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1893-1894.

MM. **Cornu** et **Sarrau** réunissent la majorité des suffrages.

## CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Théorème sur les systèmes triplement orthogonaux.* Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. Darboux.

« Dans une leçon sur les systèmes de surfaces triplement orthogonales, M. Darboux a signalé des systèmes qui jouissent de la propriété suivante : « Si l'on forme le tableau carré des neuf cosinus directeurs des normales » aux trois surfaces orthogonales en un même point

$$\begin{matrix} X, & Y, & Z, \\ X_1, & Y_1, & Z_1, \\ X_2, & Y_2, & Z_2, \end{matrix}$$

» ce Tableau est symétrique par rapport à la diagonale principale, c'est-» à-dire que

$$(1) \qquad X_1 = Y, \qquad X_2 = Z, \qquad Y_2 = Z_1 \text{ ».}$$

» Ces systèmes ([1]) sont : 1° celui composé des trois familles de sphères tangentes à l'origine respectivement aux trois plans de coordonnées; 2° ceux qui correspondent au système précédent par plans tangents parallèles suivant la méthode de M. Combescure ou suivant celle de M. Darboux.

» Je vais démontrer qu'*il n'y a pas d'autres systèmes orthogonaux jouissant de la même propriété.*

» Soit posé, en effet,

$$(2) \qquad H_i^2 = \left(\frac{\partial x}{\partial \rho_i}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \rho_i}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial \rho_i}\right)^2 \qquad (i = 0, 1, 2)$$

et

$$(3) \qquad \beta_{ik} = \frac{1}{H_i}\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i} \qquad (i \text{ et } k = 0, 1, 2).$$

Les fonctions $\beta_{ik}$ satisfont à neuf équations aux dérivées partielles du premier ordre (Darboux, *Ann. Éc. Normale,* 1878).

---

([1]) Ces systèmes sont caractérisés par ce fait que le trièdre des trois normales en un point peut être rendu parallèle au trièdre des coordonnées par une rotation de 180° autour d'un axe convenablement choisi.

» En tenant compte des équations (1) et de ces équations aux dérivées partielles, on obtient d'abord la condition

$$\beta_{01}\beta_{12}\beta_{20} = \beta_{10}\beta_{21}\beta_{02}, \tag{4}$$

puis les neuf relations

$$\frac{\partial \log \beta_{ik}}{\partial \rho_j} = \frac{\partial \log \beta_{ki}}{\partial \rho_j}, \tag{5}$$

$$\frac{\partial \log \beta_{ik}}{\partial \rho_i} = \frac{\partial \log \beta_{ij}}{\partial \rho_i}, \tag{6}$$

$$\frac{\partial \log \beta_{ik}}{\partial \rho_k} = \frac{\partial \log \beta_{jk}}{\partial \rho_k}. \tag{7}$$

» Les fonctions arbitraires introduites par l'intégration se ramèneront à des fonctions d'une variable, et, en prenant ces fonctions comme nouvelles variables, on pourra écrire

$$\beta_{ik} = \beta_{ij};$$

je poserai $\beta_{ik} = \beta_i$.

» Les neuf équations aux dérivées partielles entre les $\beta_{ik}$ deviennent ainsi

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial \beta_1}{\partial \rho_1} + \frac{\partial \beta}{\partial \rho} + \beta_2^2 = 0, \\ &\frac{\partial \beta_2}{\partial \rho_2} + \frac{\partial \beta}{\partial \rho} + \beta_1^2 = 0, \\ &\frac{\partial \beta_1}{\partial \rho_1} + \frac{\partial \beta_2}{\partial \rho_2} + \beta^2 = 0; \end{aligned}\right. \tag{10}$$

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial \beta}{\partial \rho_2} = \beta\beta_2, \qquad \frac{\partial \beta_1}{\partial \rho} = \beta_1\beta, \qquad \frac{\partial \beta_2}{\partial \rho_1} = \beta_2\beta_1, \\ &\frac{\partial \beta_1}{\partial \rho_2} = \beta_1\beta_2, \qquad \frac{\partial \beta_2}{\partial \rho} = \beta_2\beta, \qquad \frac{\partial \beta}{\partial \rho_1} = \beta\beta_1. \end{aligned}\right. \tag{11}$$

» La troisième et la quatrième des équations (11) montrent que

$$\frac{1}{\beta_1}\left(\frac{\partial \beta_1}{\partial \rho_2} - \beta_1^2\right)$$

est une fonction de $\rho$ et de $\rho_1$. Mais la deuxième et la sixième équations amèneraient à conclure que la même fonction ne dépend que de $\rho_1$ et de $\rho_2$ : elle ne dépend donc que de $\rho_1$, et l'on peut écrire, en désignant par $R_1$ une fonction de la seule variable $\rho_1$,

$$\frac{\partial \beta_1}{\partial \rho_1} - \beta_1^2 = -\beta_1 \frac{\partial \log R_1}{\partial \rho_1};$$

d'où, en intégrant et en changeant de notations,

$$\beta = \frac{f'(\rho)}{f(\rho_1, \rho_2) - f(\rho)}, \qquad \beta_1 = \frac{f'_1(\rho_1)}{f_1(\rho, \rho_2) - f_1(\rho_1)}, \qquad \beta_2 = \frac{f'_2(\rho_2)}{f_2(\rho, \rho_1) - f_2(\rho_2)},$$

les deux quantités $\beta$ et $\beta_2$ étant écrites par analogie.

» Or, en vertu des équations (10), on doit avoir

$$\frac{d\beta}{d\rho} - \beta^2 = \frac{d\beta_1}{d\rho_1} - \beta_1^2 = \frac{d\beta_2}{d\rho_2} - \beta_2^2,$$

d'où l'on conclut que les fonctions de deux variables qui figurent dans les dénominateurs des $\beta$ sont en réalité des sommes de deux fonctions d'une seule variable

$$f(\rho_1, \rho_2) = R_1 + R_2,$$
$$f_1(\rho, \rho_2) = R + \mathcal{R}_2,$$

$R_i$ désignant une fonction de $\rho_i$ seulement. Mais ces conditions ne suffisent pas et il faut de plus que

$$f''_1(\rho_1)\frac{dR_2}{d\rho_2} = f''(\rho)\frac{d\mathcal{R}_2}{d\rho_2},$$

équation impossible si l'on n'a pas, $a$, $a_1$ et $\alpha$ étant des constantes,

$$a_1 R_2 - a\mathcal{R}_2 = \alpha, \qquad f''(\rho) = a, \qquad f''_1(\rho_1) = a_1.$$

» Ici deux cas peuvent se présenter : 1° $R_2$ est une constante et l'on est conduit au système des plans parallèles aux trois faces d'un trièdre trirectangle ; 2° $a = \pm a_1$. Dans ce cas on verra, sans trop de difficulté, que

$$f(\rho_1, \rho_2) = -f_1(\rho_1) - f_2(\rho_2),$$
$$f_1(\rho, \rho_2) = -f(\rho) - f_2(\rho_2),$$
$$f_2(\rho, \rho_1) = -f(\rho) - f_1(\rho_1),$$

avec

$$f_i(\rho_i) = \tfrac{1}{2} a \rho_i^2 + b_i \rho_i + c_i,$$

$b_i$, $c_i$ désignant six nouvelles constantes arbitraires reliées par la condition

$$b^2 + b_1^2 + b_2^2 = 2a(c + c_1 + c_2).$$

» Le cas de $a$ nul a déjà été considéré; si l'on suppose $a$ différent de zéro, on peut augmenter chaque $\rho$ d'une constante convenablement choisie

et ramener les $\beta_i$ à avoir la forme

$$\beta_i = \frac{-2\rho_i}{\rho^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2}.$$

» On sait alors que les surfaces correspondantes sont celles citées au commencement de cette Note. Le théorème est donc démontré. »

GÉOMÉTRIE. — *Des cercles ou des sphères dérivés d'une enveloppe, plane ou solide, de classe quelconque.* Note de M. **Paul Serret** [1].

« 5. Mais au lieu de faire dériver, des seuls éléments tangentiels, les sphères et les cercles précédents, on peut, d'une manière plus générale, et qui va nous être aussi plus utile, les rattacher aux *groupes conjugués d'ordre n* [2], composés de $n-1$ premiers éléments $R_1, R_2, \ldots, R_{n-1}$, entièrement arbitraires, soit distincts, soit confondus en tout ou en partie, à volonté : le dernier élément $R_n$ du groupe étant seulement assujetti à passer par le *pôle du groupe formé de tous les précédents*. Et il suit, en particulier, de la définition : 1° que tout élément tangentiel $T_i = 0$ de l'enveloppe $(E_n)$, pris $n$ fois comme facteur, représente un groupe conjugué d'ordre $n$ : $T_i^n$; 2° qu'un élément transversal quelconque $Z = 0$ associé à un élément tangentiel $Z_1$ de sa première polaire, pris $n-1$ fois, constitue un autre groupe conjugué : $ZZ_1^{n-1}$; et ainsi de suite.

» Ces définitions rappelées, l'identité corrélative qui rattache, aux éléments tangentiels fondamentaux $T_1, T_2, \ldots, T_N$, un groupe conjugué quelconque $(ABC\ldots KL)_i$,

$$(ABC\ldots KL)_i \equiv \Sigma_1^N l_{i,1} T_1^n \text{ [3]},$$

permettra encore de ranger uniformément parmi les cercles et les sphères de la série (1), dérivés de ces seuls éléments, les cercles et les sphères dérivés d'un nombre quelconque de groupes conjugués, et compris dans l'équation analogue

$$(1''') \qquad \Sigma_1^N l'_1 (ABC\ldots KL)_1 = 0.$$

---

[1] Cette Communication devait précéder celle qui a été insérée le 18 septembre (p. 400 de ce Volume). C'est par erreur que l'ordre de ces deux Communications a été interverti.

[2] *Comptes rendus*, 7 janvier 1878.

[3] *Ibid.*

» 6. Enfin les mêmes conclusions subsistent pour les groupes conjugués d'ordre inférieur $n-p$, toujours réductibles en des groupes d'ordre $n$ par l'adjonction de $p$ facteurs égaux, confondus dans l'élément de l'infini. Et cette remarque nous mène aussitôt à la proposition suivante :

» *Les cercles et les sphères dérivés d'une enveloppe géométrique de classe quelconque* $(E_n)$, *leur cercle directeur et leur sphère directrice appartiennent en commun à chacune des enveloppes successives* $(E_{n-1})$, $(E_{n-2})$, $\ldots$, $(E_2)$ *qui représentent, par rapport à l'enveloppe initiale* $(E_n)$, *les polaires successives de l'élément de l'infini.*

» Pour le vérifier, prenons, par rapport à l'enveloppe $(E_n)$, définie toujours par ses éléments tangentiels $T_1, T_2, \ldots, T_N$, la première polaire $(E_{n-1})$ d'un élément transversal quelconque $Z = 0$ ; et soient

$$Z_1, \quad Z_2, \quad \ldots, \quad Z_{N'}$$

N' éléments tangentiels de $(E_{n-1})$, lesquels comptés chacun $n-1$ fois et associés à l'élément commun Z qui leur a donné naissance, constituent les N' groupes conjugués

$$ZZ_1^{n-1}, \quad ZZ_2^{n-1}, \quad \ldots, \quad ZZ_{N'}^{n-1},$$

tous exprimables linéairement en fonction des seules quantités

$$T_1^n, \quad T_2^n, \quad \ldots, \quad T^n.$$

» Supposons, actuellement, l'élément Z rejeté à l'infini et représenté dès lors par l'équation accoutumée

$$0 = Z \equiv 1.$$

» Dans cette hypothèse, les N' groupes conjugués d'ordre $n$ que l'on vient de définir se réduisent, en fait, à des groupes d'ordre $n-1$,

$$Z_1^{n-1}, \quad Z_2^{n-1}, \quad \ldots, \quad Z_{N'}^{n-1};$$

et la possibilité d'exprimer chacun de ceux-ci, linéairement, en $T_1^n, \ldots, T_N^n$, subsiste toujours.

» Mais, dans ces conditions, l'enveloppe $(E_{n-1})$ représente, par rapport à $(E_n)$, la première polaire de l'élément de l'infini. Et si nous supposons $(E_{n-1})$ déterminée par la donnée de ses N' éléments tangentiels $Z_1, \ldots, Z_{N'}$, nous n'aurons qu'à écrire l'équation générale

$$(1^{\text{IV}}) \qquad \Sigma_1^{N'} l_1' Z_1^{n-1} = 0$$

des cercles ou des sphères dérivés de cette nouvelle enveloppe $(E_{n-1})$, et à nous reporter aux observations antérieures, pour conclure que les deux enveloppes $(E_n)$, $(E_{n-1})$ admettent identiquement les mêmes cercles ou les mêmes sphères dérivés : donc aussi le même cercle directeur ou la même sphère directrice.

» En effet, les cercles et les sphères contenus dans l'équation ($1^{\text{iv}}$) sont aussi contenus, comme il a été dit, dans l'équation (1). Mais, d'autre part, les sphères ou les cercles impliqués dans l'une ou dans l'autre dépendent linéairement de deux paramètres pour les cercles, de trois pour les sphères; et, par suite, les deux équations, considérées comme représentations de sphères ou de cercles, sont entièrement équivalentes.

» Deux enveloppes consécutives quelconques $(E_n)$, $(E_{n-1})$, et, dès lors, toutes les enveloppes de la suite $(E_n)$, $(E_{n-1})$, ..., $(E_2)$ admettent donc, avec les mêmes cercles et les mêmes sphères dérivés, le même cercle directeur et la même sphère directrice : ce qui est le théorème énoncé.

» Il convient d'ailleurs de remarquer, à côté de cette loi singulière de permanence des cercles et des sphères considérés, qui pouvait ne paraître que curieuse, la possibilité qu'elle nous offre de demander, à la seule enveloppe du second degré $(E_2)$ qui termine la série, le cercle directeur ou la sphère directrice de l'enveloppe initiale $(E_n)$.

» On peut, en effet, utiliser cette indication et écrire immédiatement, dans un cas très étendu, ou former régulièrement dans tous les cas, pour une enveloppe donnée de classe quelconque, l'équation du cercle directeur ou de la sphère directrice. »

OPTIQUE. — *Sur les franges de l'ouverture, dans l'expérience des réseaux parallèles*. Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. A. Cornu.

« En s'appuyant sur les résultats que j'ai précédemment exposés (1), on peut expliquer la production des franges dites de l'ouverture, dans l'expérience des réseaux parallèles. On sait que ces franges sont indépendantes de la forme, de la grandeur et de l'orientation de la fente; elles n'exigent pas une position particulière de l'écran ou de la fente, et l'emploi d'une lentille n'est pas indispensable : leur caractère essentiel est d'offrir des colorations alternées, sensiblement complémentaires; du reste, elles pré-

(1) *Comptes rendus*, numéros du 24 juillet et du 21 août 1893.

sentent le même aspect que celles qui sont produites par *une* fente éclairant *un* réseau; toutefois, il y a une différence importante à signaler à cause de la théorie qui va être exposée : c'est que les franges noires, qui étaient très fines dans le premier cas, manquent ici de netteté; le second phénomène ne reproduit pas les parties délicates du premier, il ne reproduit que les bandes qui ont une certaine largeur.

» Nous considérerons les $n$ fentes du premier réseau comme produisant chacune les mêmes phénomènes dont on observe la superposition, la netteté étant néanmoins conservée *à cause de la petitesse des réseaux et de la corrélation particulière qui existe entre leurs périodes.* Soient $S_1$, $S_2$, $S_3$ les fentes du premier réseau directement éclairé et $S'_1$, $S'_2$, $S'_3$ les fentes qui constituent le second, ou plus exactement les milieux des ouvertures; soient $T'_1$, $T'_2$, $T'_3$ les milieux des parties opaques.

» Considérons l'action produite à grande distance par la fente $S_1$; on a vu qu'il doit se produire sur un écran une série de franges alternativement brillantes et obscures, les franges brillantes se produisant dans les directions qui joignent le point $S_1$ aux points $S'_1$, $S'_2$, $S'_3$, $T'_1$, $T'_2$, $T'_3$ et les franges obscures se trouvant entre les brillantes : elles doivent être achromatiques, si la distance de la fente au second réseau est assez grande, mais elles se colorent si cette distance devient inférieure à une certaine limite que nous avons déterminée ($1^{cm}$ environ pour un réseau au $\frac{1}{50}$); les couleurs présentent alors une alternance et sont sensiblement complémentaires, par exemple Vert et Rouge, ce que l'on peut représenter par le schéma

V R V R V R.

» La fente voisine, $S_2$, va donner lieu à la production du même phénomène dans les directions $S_2S'_1$, $S_2S'_2$, $S_2S'_3$; or ces droites forment un faisceau identique au premier, mais déplacé par rapport à lui de $\frac{1}{50}$ de millimètre dans le sens $S_1S_2$; et comme, par sa rencontre avec l'écran, il indique les positions des franges, on obtiendra un phénomène identique au premier, qui se superposera à lui à $\frac{1}{50}$ de millimètre près. Il en sera de même des phénomènes produits par les autres fentes, et le déplacement maximum sera égal à la partie utilisée du réseau, comme il résulte du Tableau suivant, où chaque ligne représente l'action d'une fente, et où la dernière montre le phénomène résultant :

| | | | |
|---|---|---|---|
| V | R | V | R |
| V | R | V | R |
| V | R | V | R |
| V | R | V | R |
| .. | .. | .. | .. |
| V | R | V | R |

» On aura donc la même apparence que dans le cas d'une fente unique éclairant un réseau, mais avec bien plus d'éclat, puisqu'on utilise, grâce aux $n$ fentes du premier réseau, toute la lumière solaire qui tombe sur une largeur de plusieurs centimètres et qu'on concentre sur lui avec une lentille; toutefois, cet avantage est racheté

au prix d'une légère confusion dans les détails délicats; à cause du déplacement signalé, on conçoit que les lignes trop fines, dont la largeur serait comparable à ce déplacement, seront confuses ou disparaîtront; on voit pourquoi on améliorera le phénomène en réduisant ce déplacement; il n'y aura qu'à réunir les rayons avec une lentille et à mettre les réseaux dans la région où le faisceau est le plus étroit.

» Bien des faits peuvent être invoqués à l'appui de cette théorie :

» 1° On sait qu'en déplaçant d'une période un des réseaux parallèlement à lui-même, les franges se déplacent d'une période dans un sens ou dans l'autre.

» 2° On peut constater que la période *entière* des franges (deux colorations) correspond à une largeur égale à la période du second réseau projeté sur l'écran par un point du premier.

» Nous insisterons sur ce qui est relatif à la corrélation qui doit exister entre les périodes des deux réseaux.

» L'identité des périodes entraîne la netteté du phénomène; mais il en sera encore de même si le premier réseau a un nombre de fentes deux fois moindre par millimètre; car cela revient à supprimer une fente sur deux, et les faisceaux consécutifs seront encore parallèles : c'est ce que j'ai vérifié en éclairant un réseau au $\frac{1}{100}$, d'abord avec un réseau semblable, puis avec un réseau au $\frac{1}{50}$ qu'on lui substituait. Le phénomène est le même, quoique moins brillant, comme il le serait encore si la période devenait trois, quatre fois plus grande. Si, au contraire, les deux périodes ne sont pas des multiples l'une de l'autre (par exemple en associant un réseau au $\frac{1}{50}$ avec un réseau au $\frac{1}{20}$), aucune frange ne se manifeste.

» Qu'arrive-t-il enfin lorsqu'on éclaire un réseau avec un autre de période deux fois plus faible?

» On constate que, même en les plaçant à la distance où l'on obtenait précédemment des phénomènes colorés, on a cette fois des franges achromatiques. C'est en effet une conséquence de la théorie précédente :

» Les fentes d'ordre impair $S_1$, $S_3$, $S_5$ forment un réseau de même période que le second. Elles donneront lieu à des franges colorées, par exemple, une bande rose R dans la direction $S_1 S'_1$ et une bande verte V dans la direction $S_1 T'_1$; entre ces deux branches colorées, se trouve une bande sombre N, sensiblement suivant la médiane du triangle $S'_1 S_1 T'_1$.

» Les fentes d'ordre pair $S_2$, $S_4$ produiront la même apparence. Mais la bande rose sera dans la direction d'un intervalle libre $S_2 S'_2$, qui n'est autre que la direction $S_1 T'_1$ où se trouve la bande verte du premier système. Ces couleurs complémentaires superposées donneront du blanc et les bandes sombres se superposeront, car la médiane du nouveau triangle $T'_1 S_2 S'_2$ est parallèle à la première médiane considérée. Le phénomène est ainsi repré-

senté :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Premier système........... | V | N | R | N | V | N | R |
| Deuxième système......... | R | N | V | N | R | N | V |
| Résultante................ | B | N | B | N | B | N | B |

» Voici d'ailleurs une vérification numérique : on associe deux réseaux, l'un au $\frac{1}{100}$ et l'autre au $\frac{1}{50}$; si le second est pris comme réseau éclairant, on a des franges colorées; sans changer la distance des réseaux, on fait tourner leur support de 180°, de manière que le réseau au $\frac{1}{100}$ devienne le réseau éclairant : on constate qu'on a des franges achromatiques dont la période a la *même largeur* que la période *entière* qu'on avait précédemment; aussi les bandes sont-elles plus larges.

» Cela tient à ce que, dans le premier cas, la largeur *angulaire* de la période est représentée par l'angle $S'_1 S_1 S'_2$, tandis que, dans le second cas, l'angle de même valeur $S'_1 S_1 T'_1$ indique la demi-période d'un phénomène coloré qui se superpose à un phénomène complémentaire, ce qui fait que finalement cet angle correspond à une période entière. La période a donc la même largeur, mais, au lieu de se composer de deux franges brillantes de couleurs différentes, et de deux franges sombres, elle se compose d'une bande blanche et d'une bande sombre, chacune d'elles ayant la même largeur qu'une frange sombre et une brillante de la précédente expérience, comme il résulte de la représentation que voici :

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Premier cas..... | V | N | R | N | V | N | R | N | V | N |
| Deuxième cas... | B | | N | | B | | N | | B | |

CHIMIE. — *Sur la relation entre la précipitation des chlorures par l'acide chlorhydrique et l'abaissement du point de congélation.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré précédemment que, pour précipiter 1 molécule d'un chlorure de sa solution saturée à 0°, il faut sensiblement, pour les chlorures monovalents, 1 molécule d'acide chlorhydrique, et pour les chlorures bivalents 2 molécules de cet acide. La loi des proportions définies se poursuit donc jusqu'au sein des dissolutions.

» I. J'ai été amené, en cherchant l'explication de ce phénomène, à examiner : 1° comment varie la loi énoncée ci-dessus à des températures autres que 0°; 2° comment se fait la précipitation de 1 molécule renfermant plus de 2 atomes de chlore.

» 1° Sur le premier point, j'ai observé que la loi reste vraie, au début de la précipitation, pour des températures fort éloignées de 0°.

» *Exemple.* — Quantité (en milli-molécules) de KCl dans $10^{cc}$ de solution en présence de quantités variables d'HCl :

| | | KCl. | HCl. | Somme des molécules. | Densité. |
|---|---|---|---|---|---|
| A 0°...... | I. | 34,5 | 0 | 34,5 | 1,159 |
| | II. | 23,75 | 11,1 | 34,8 | 1,137 |
| A 13°...... | I. | 38,1 | 0 | 38,1 | 1,168 |
| | II. | 32,4 | 5,8 | 38,2 | 1,155 |
| A 75°...... | I. | 54,25 | 0 | 54,25 | 1,216 |
| | II. | 44,0 | 10,5 | 54,5 | 1,186 |

» 2° Sur le second point, j'ai dû m'adresser à un chlorure double non décomposable par l'eau, le chlorure double de cuivre et d'ammonium ($CuCl^2, 2AzH^4Cl$), parce que les chlorures simples à 3 ou 4 atomes de chlore donnent généralement des chlorhydrates de chlorure en présence de l'acide chlorhydrique. Le chlorure double de cuivre et d'ammoniaque, dont la molécule renferme 4 atomes de chlore, exige sensiblement 4 molécules d'acide chlorhydrique pour la précipitation de 1 molécule de sel double. Voici les résultats de quelques expériences; la première colonne (sel) donne le nombre de molécules du sel multiplié par 4, c'est-à-dire le nombre d'atomes de chlore du sel double en solution dans $10^{cc}$ à 0°.

| | Sel. | HCl. | Somme. | Densité. |
|---|---|---|---|---|
| I............ | 41,43 | 0 | 41,43 | 1,150 |
| II............ | 36,55 | 4,55 | 41,1 | 1,135 |
| III........... | 27,7 | 13,1 | 40,8 | 1,123 |
| IV......... . | 19,8 | 22 | 41,8 | 1,110 |

» II. Depuis la publication de mes premières recherches, plusieurs chimistes, notamment M. Van't Hoff et M. Nernst, ont tenté des explications des faits signalés. Quoique M. Ostwald (*Lehrbuch der allgemeinen Chemie*) estime que la loi suivant laquelle l'acide chlorhydrique précipite les chlorures n'est plus aussi incompréhensible depuis le travail de M. Nernst, les explications proposées me semblent insuffisantes à rendre compte de l'ensemble des phénomènes concernant la solubilité des sels en présence des acides, des bases et des sels.

» L'attraction qu'exerce un corps sur son dissolvant se mesure par la pression osmotique. M. Van't Hoff a montré qu'en admettant la proportionnalité entre l'abaissement du point de congélation et la concentration, l'abaissement moléculaire est en rapport direct avec la pression osmotique,

et que la pression osmotique moléculaire ($i$) est, pour les solutions étendues, égale à l'abaissement moléculaire divisé par 18,5. Cette grandeur est 1,98 pour l'acide chlorhydrique, 1,89 pour le chlorure de sodium. Une molécule d'acide chlorhydrique devra donc précipiter le chlorure de sodium dans le rapport de $\frac{1,98}{1,89} = 1,05$, soit sensiblement 1 molécule.

» Cette explication, due à M. Van't Hoff, ne s'applique plus au chlorure de baryum et aux chlorures bivalents dont l'abaissement moléculaire 45 n'est pas le double de l'abaissement moléculaire 35,5 des chlorures monovalents. D'autre part, les abaissements moléculaires, tels qu'ils ont été définis par M. Raoult, correspondent à des solutions étendues.

» J'ai donc été amené à rechercher comment varie l'abaissement moléculaire avec la concentration jusqu'à la saturation. J'ai trouvé que, tandis que pour les chlorures monovalents l'abaissement moléculaire reste sensiblement le même et ne varie pour les différents chlorures que de 35 à 40, cet abaissement augmente de valeur pour les chlorures bivalents et devient sensiblement double de celui des chlorures monovalents. Exemple :

| Am Cl (1). | | Ca $Cl^2$ (1). | |
|---|---|---|---|
| Quantité de sel. | Abaissement moléculaire. | Quantité de sel. | Abaissement moléculaire. |
| 17,64 | 36,38 | 5,26 | 43,29 |
| 21,95 | 36,38 | 17,64 | 65,49 |
| 23,45 | 35,8 | 25,00 | 77,7 |
| 23,86 | 35,8 | 38,8 | 77,7 |

» De même, pour le chlorure double de cuivre et d'ammonium, l'abaissement moléculaire à la saturation tend à devenir quatre fois plus grand que celui d'un chlorure monovalent. En posant ce dernier abaissement égal à l'unité, on constate les relations suivantes entre la quantité de chlore dans la molécule d'un chlorure, l'abaissement moléculaire du point de congélation et la précipitation de ce chlorure par l'acide chlorhydrique.

| | Quantité de chlore en atomes. | Abaissement moléculaire. | Molécules d'H Cl nécessaires à la précipitation d'une molécule du sel. |
|---|---|---|---|
| Chlorures monovalents............. | 1 | 1 | 1 |
| Chlorures bivalents................ | 2 | 2 | 2 |
| Chlorure double $CuCl^2, 2AzH^4Cl$.... | 4 | 4 | 4 |

» Ces relations jettent un jour considérable sur la cause de la précipi-

(1) Calculé d'après les expériences de M. Guthrie.

tation des chlorures par l'acide chlorhydrique; mais ce n'est là qu'une partie de la vérité. En effet, la soude caustique, dont la pression osmotique moléculaire est sensiblement égale à celle de l'acide chlorhydrique, ne précipite qu'une demi-molécule de la solution saturée des chlorure, bromure et iodure de sodium, ainsi que je l'ai démontré dans une Note précédente.

» III. Les faits relatifs à l'abaissement moléculaire signalés plus haut peuvent être exposés sous une autre forme :

» Si l'on détermine le nombre de molécules d'eau fixées par une molécule d'un chlorure alcalin ou alcalino-terreux au point de congélation de la solution saturée ou, ce qui revient au même, au point de fusion du mélange réfrigérant du sel considéré et de glace, *le produit de ce nombre de molécules d'eau par l'abaissement de la température est sensiblement une constante* pour les chlorures alcalins et une autre constante, double de la première, pour les alcalino-terreux. La constante des chlorures alcalins s'obtient également pour les bromures et iodures alcalins. Voici quelques exemples :

| Sels. | Molécules d'eau. | Point de congélation. | Produit. |
|---|---|---|---|
| $AzH^4Cl$ | 12,4 | 15,5 | 19,2 |
| KCl | 16,6 | 11,4 | 18,9 |
| KI | 8,5 | 22 | 18,7 |
| NaBr | 8,1 | 24 | 19,4 |
| $AzH^4I$ | 6,4 | 27,5 | 17,6 |

et pour les chlorures bivalents :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $SrCl^2$ | 22,9 | 17 | 38,9 |
| $CaCl^2$ | 10,7 | 37 | 39,6 |

» Ce fait conduit à cette conséquence, c'est qu'au point de congélation de la solution saturée des chlorures alcalins, alcalino-terreux et des bromures et iodures alcalins, il y a une relation entre la solubilité et les poids atomiques des éléments de la molécule. J'exposerai cette relation dans une prochaine Note. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les variations de la glycogénie dans l'infection charbonneuse.* Note de M. **H. Roger**, présentée par M. Bouchard.

« On sait les modifications que subit la fonction glycogénique du foie dans diverses conditions expérimentales; mais on ne connaît pas encore les variations qu'elle peut présenter dans le cours des maladies infec

tieuses. C'est ce qui m'a engagé à entreprendre quelques recherches sur ce sujet.

» J'ai opéré avec la bactéridie charbonneuse, parce que ce microbe consomme rapidement le glycogène. En pratiquant des cultures dans des décoctions laiteuses de foie, on constate qu'en moins de vingt-quatre heures tout le glycogène a été transformé d'une façon complète : le milieu ne renferme plus trace de cette substance et ne contient pas de sucre. On peut donc supposer que des modifications semblables se passent dans l'organisme vivant et que la bactéridie, s'emparant des hydrocarbures contenus dans le sang ou dans les organes, entrave la vie des cellules par une sorte de concurrence vitale.

» Un premier résultat semble donner raison à cette hypothèse : on ne trouve jamais de glycogène dans le foie des animaux qui succombent au charbon; mais, contrairement à ce qui se passe dans les bouillons de culture, il reste de la glycose, qu'on peut déceler facilement dans le foie et dans le sang. Chez un animal, dont la température rectale était tombée à 32° et qui mourut pendant qu'on l'attachait, j'ai pu recueillir quelques gouttes de sang au niveau de la carotide : ce liquide, traité par les procédés habituels, réduisait abondamment la liqueur cupropotassique.

» J'ai été conduit ainsi à étudier simultanément les troubles de la glycogénie hépatique et de la glycohémie.

» Dans les premiers temps de la maladie charbonneuse, on n'observe que des variations insignifiantes : des lapins ont été inoculés soit sous la peau, soit dans les veines; vingt-quatre ou quarante-huit heures plus tard, ils paraissaient bien portants; leur température oscillait autour de 40°; l'examen du sang ne montrait que de très rares bactéridies. En sacrifiant ces animaux, on put constater que le foie contenait de grandes quantités de glycogène : le sang renfermait de 0,714 à 1gr de sucre pour 1000, c'est-à-dire des doses égales ou légèrement inférieures aux doses normales.

» Chez les lapins inoculés, les phénomènes graves apparaissent au bout d'un laps de temps qui, suivant la virulence de la culture et la dose injectée, varie de deux à quatre jours : les animaux ont le poil hérissé; ils se tiennent immobiles dans un coin de leur cage; leur température s'abaisse; le sang renferme de nombreuses bactéridies. Quand ces phénomènes morbides sont nettement accusés, le foie ne contient plus de glycogène; mais il est assez difficile, si l'on ne s'en tient pas à cette formule un peu vague, de préciser le moment où cette substance a disparu : en effet, tantôt les animaux ont encore 39°5 et pourtant le glycogène a disparu, tantôt leur température est déjà tombée à 38° et l'on trouve encore du glycogène.

» Néanmoins, dans la plupart des cas, la disparition de cette substance coïncide assez exactement avec l'abaissement de la température centrale et la présence de nombreuses bactéridies dans le sang. Mais le résultat le plus curieux, c'est que la disparition du glycogène hépatique est toujours accompagnée d'une notable hyperglycémie : le sang, en effet, contient alors de $2^{gr},265$ à $2^{gr},976$ de sucre pour 1000. Il semble donc que, à la fin de la maladie charbonneuse, le glycogène hépatique soit rapidement transformé en glycose et que les tissus soient devenus incapables de consommer l'excès de sucre fourni par le foie. Mais ce qu'on comprend moins bien, c'est que les bactéridies, si nombreuses dans les organes et dans le sang, ne transforment pas ce sucre. Il faut donc admettre qu'elles ne se comportent pas de la même façon dans les bouillons de culture et dans l'organisme vivant.

» Un autre résultat confirme cette manière de voir : quand les inoculations charbonneuses sont pratiquées sous la peau, il se développe souvent de l'œdème sous-cutané; la sérosité, qui infiltre le tissu cellulaire, contient une grande quantité de glycose qui reste inattaquée malgré la présence des bactéridies.

» En résumé, la fonction glycogénique demeure intacte pendant les premiers temps de l'infection charbonneuse : à ce moment, la quantité de sucre contenue dans le sang est normale ou légèrement diminuée. A la fin de la maladie, le glycogène hépatique disparaît rapidement et il se produit une notable hyperglycémie. »

EMBRYOLOGIE. — *Recherches sur l'extension du blastoderme et l'orientation de l'embryon dans l'œuf des Téléostéens.* Note de MM. **R. Kœhler** et **E. Bataillon**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Les recherches que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie ont été faites sur des œufs de Vandoise (*Leuciscus jaculus*), fécondés artificiellement en avril 1893. Nous avons fixé particulièrement notre attention sur deux points controversés : d'abord sur la façon dont s'opère l'extension du blastoderme à la surface de l'œuf et sur les rapports de l'embryon avec le blastoderme; puis, sur la manière dont la chromatine s'individualise au sein du protoplasma cellulaire pour s'incorporer ensuite dans le noyau. Nous ne nous occuperons ici que de la première question, les résultats de nos observations cytologiques devant faire l'objet d'un travail spécial.

» Le blastoderme forme dans ces œufs une calotte qui s'étend graduel-

lement à la surface du vitellus, et qui est constituée par plusieurs assises de cellules. En même temps que la calotte s'étend, le blastoderme s'épaissit vers ses bords, tandis que sa partie centrale s'amincit progressivement; de telle sorte que, à travers cette région amincie, on aperçoit par transparence le vitellus qu'elle recouvre. Dans les œufs traités par les réactifs, chez lesquels le vitellus est très foncé alors que le blastoderme est blanc et opaque, cette région apparaît donc comme une tache noire qui tranche nettement avec la zone périphérique blanche. Or cette portion amincie répond précisément au pôle germinatif de l'œuf, sur lequel la calotte blastodermique primitive avait fait son apparition. Aussi, grâce à la présence de la tache noire que nous observerons sur ce pôle à tous les stades du développement, nous posséderons un point de repère extrêmement précis, qui nous permettra de déterminer le mode d'extension du blastoderme et ses rapports avec l'embryon.

» Cette question a beaucoup préoccupé les naturalistes. Elle se résout facilement chez les Amniotes où l'embryon occupe le centre du blastoderme, qui s'accroît régulièrement sur le vitellus et qui se ferme sur le côté opposé à cet embryon. Mais chez les Anamniotes, où l'embryon occupe une position marginale et où le blastopore vitellin se ferme immédiatement derrière lui, il est beaucoup plus difficile de reconnaître la marche suivie par le blastoderme dans son extension, et les auteurs qui ont voulu s'en rendre compte sont arrivés à des résultats contradictoires. Les différentes explications qui ont été données de ce processus ont été exposées et discutées par M. Henneguy dans son travail sur le développement des Poissons osseux. Kuppfer a admis que le centre du blastoderme restait fixe au pôle germinatif, tandis qu'il se développait régulièrement et progressivement à la surface du vitellus pour se fermer au pôle diamétralement opposé; l'embryon suivrait le blastoderme dans son mouvement d'extension, tout en s'accroissant. OEllacher pense que la région du blastoderme qui fournit l'embryon reste fixe pendant que le blastoderme enveloppe le vitellus; l'extrémité caudale reste en place tandis que l'extrémité céphalique s'accroît et suit le blastoderme dans son mouvement. Au contraire, His croit que l'extrémité céphalique ne change pas de place et que le reste de l'embryon s'allonge en suivant le blastoderme. Miecz. von Kowalewsky, en étudiant des œufs ovoïdes de Cyprin doré et d'une espèce marine indéterminée, œufs dont la forme même lui fournissait un point de repère, a vu que l'extension du blastoderme s'opérait régulièrement au début de la segmentation suivant le schéma de Kuppfer, pour se faire en-

suite suivant le schéma d'OEllacher, avec cette différence que l'extrémité caudale de l'embryon ne restait pas fixe, mais s'allongeait quelque peu en arrière. Henneguy, qui n'a pas pu suivre le processus chez la Truite, pense qu'il doit s'opérer comme l'indique von Kowalewsky.

» Les œufs en développement de la Vandoise peuvent être orientés plus exactement encore que les œufs ovoïdes de Cyprin, grâce à la tache noire qui marque la position du pôle germinatif.

» L'étude de ces œufs permet de reconnaître, d'une manière très précise, le mode d'extension du blastoderme et de s'assurer qu'il offre, avec l'embryon, les relations indiquées par Kuppfer. Le schéma donné par cet auteur s'applique en tous points à l'œuf de la Vandoise. La région obscure reste, en effet, parfaitement fixe au pôle germinatif et le blastoderme s'étend régulièrement sur le vitellus, comme nous l'avons vu plus haut, son bord demeurant sensiblement parallèle à lui-même et décrivant des cercles plus ou moins exactement parallèles à l'équateur de l'œuf.

» C'est au moment où le blastoderme recouvre la moitié de l'œuf que le premier rudiment de l'embryon se différencie sous forme d'un petit écusson sur son bord épaissi. Ce stade répond à des œufs de soixante heures (température de l'eau : 12°). Tandis que le blastoderme continue son développement, le rudiment embryonnaire s'allonge; quand le vitellus est presque tout entier recouvert par le blastoderme et qu'il ne reste plus à découvert qu'un petit blastopore, l'embryon se présente sous la forme d'une ligne grêle qui s'étend depuis le blastopore le long d'un demi-méridien de l'œuf.

» Ainsi que l'a indiqué Kuppfer, et comme d'autres auteurs l'ont observé après lui, le trou vitellin ne se trouve pas exactement au pôle opposé au pôle germinatif : ce trou occupe toujours une position asymétrique et il est rejeté de côté en dehors de l'axe vertical de l'œuf.

» Nous ferons remarquer que le développement de la Vandoise n'est pas parfaitement conforme à celui des Salmonides qui est généralement pris comme type du développement des Poissons osseux, au moins en ce qui concerne l'époque d'apparition des différents organes.

» Pour une même forme extérieure, les organes internes sont beaucoup moins avancés ici que chez les Salmonides. Ainsi, le premier rudiment de l'embryon apparaît plus tard que chez la Truite puisqu'on ne l'observe guère que lorsque le blastoderme a recouvert un hémisphère de l'œuf.

» Au moment où le trou vitellin va se fermer, l'ébauche embryonnaire est aussi allongée que chez la Truite au même stade (stade H d'Henneguy),

mais elle est beaucoup plus mince, et l'examen des coupes montre que les tissus ne sont pas plus différenciés qu'aux stades C ou D du même auteur. Au lieu de rencontrer un système nerveux, une chorde, des masses mésoblastiques et même un cœlome bien différenciés, on ne trouve qu'une ébauche de chorde dorsale mal limitée, pas de vésicules et pas même une indication du mésoblaste.

» Ce retard dans l'évolution est particulièrement frappant pour le système nerveux central : la moelle se différencie très tardivement, et il faut s'adresser à de jeunes poissons, à l'éclosion, pour observer un canal épendymaire bien marqué, comme il l'est au stade H chez la Truite. C'est d'ailleurs à cause de cette lenteur dans la différenciation des tissus et des organes, et par suite de l'absence de points de repère, que nous avons dû laisser de côté l'étude de l'extension propre de l'embryon. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation des principes actifs chez les Capparidées.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« Les recherches que j'ai publiées, il y a quelque temps, sur la localisation des principes actifs chez les Crucifères [1], m'ont conduit à étudier au même point de vue quelques familles qui s'en rapprochent par leurs propriétés. De ce nombre sont les Capparidées, qui feront l'objet de cette première Note.

» On sait que, chez les Crucifères, il existe un ferment spécial, la myrosine, identique dans toutes les espèces, et un glucoside, variable suivant les cas, mais représenté le plus souvent par le myronate de potassium. Ferment et glucoside sont localisés, comme je l'ai montré, dans des cellules différentes. Si la plante renferme du myronate de potassium, l'action de la myrosine sur ce composé donne, entre autres produits, de l'essence de moutarde ou sulfocyanate d'allyle; si le glucoside est différent, la nature de l'essence varie : dans certaines Crucifères, ce sont des nitriles qui se forment, mais ces composés paraissent être toujours accompagnés d'une petite quantité d'essence sulfurée. En aucun cas, ces essences ne préexistent dans la plante; leur formation n'a lieu que par l'action du ferment sur les glucosides, dans des conditions déterminées.

---

[1] *Sur la localisation des principes qui fournissent les essences sulfurées des Crucifères* (*Comptes rendus*, 28 juillet 1890). — *Sur la localisation des principes actifs dans la graine des Crucifères* (*ibid.*, 15 décembre 1890). — Le Mémoire détaillé a paru la même année dans le *Journal de Botanique*.

» Les mêmes faits généraux se retrouvent chez les Capparidées.

» 1. Tout d'abord, l'existence et la localisation des cellules à myrosine peuvent y être démontrées par les réactions microchimiques indiquées dans mon travail sur les Crucifères. Voici ce qu'on observe, par exemple, dans les divers organes du *Capparis spinosa* L.

» Dans la racine, les cellules à myrosine sont très nombreuses et occupent le parenchyme cortical et libérien secondaires, ainsi que la moelle. Le bois n'en contient pas.

» Dans la tige, où l'écorce primaire persiste pendant plusieurs années, elles sont situées dans cette région et en même temps dans le parenchyme libérien secondaire et la moelle. Le bois en est également dépourvu, comme celui de la racine. Tandis que les cellules à ferment de la racine sont ordinairement isolées et semblables par la forme aux autres cellules du tissu qu'elles occupent, celles de la tige sont souvent plus longues et disposées en file, par deux, trois ou quatre.

» Dans la feuille, les tissus du pétiole et de la nervure médiane qui correspondent à ceux de la tige en possèdent quelques-unes. Le limbe en offre un assez grand nombre, dans toute l'épaisseur de son parenchyme hétérogène; elles y sont pour la plupart groupées par deux ou trois, et de même dimension que les cellules voisines.

» La fleur et le fruit sont de tous les organes ceux qui en renferment le plus. Déjà relativement plus nombreuses dans les sépales que dans la feuille, elles le deviennent encore davantage dans les pétales, et surtout dans la pulpe du fruit. L'étude du développement permet de constater que chacun des nombreux petits groupes de cellules à ferment qu'on y rencontre provient d'une cellule primitivement unique, qui se différencie de bonne heure et se subdivise en plusieurs nouvelles cellules, étroitement accolées, dans lesquelles apparaît la myrosine.

» La graine contient aussi des cellules à ferment; mais, à la maturité, leurs réactions microchimiques sont masquées par l'abondance des substances azotées accumulées dans les tissus. Il n'en est pas de même avant la maturité, au moment où commence le dépôt des réserves. Comme le ferment apparaît aussitôt après les derniers cloisonnements de l'embryon, on peut alors reconnaître la présence d'un certain nombre de cellules à myrosine, principalement dans les cotylédons. Il est à remarquer aussi que la myrosine n'existe pas dans l'albumen de la graine, d'ailleurs très réduit chez toutes les Capparidées.

» 2. L'expérience confirme les résultats fournis par l'observation microscopique; elle montre que, dans le Câprier, les tissus les plus abon-

damment pourvus de cellules à ferment sont aussi les plus actifs sur le myronate de potassium. Par exemple, quelques centigrammes seulement de pétale ou de pulpe de fruit décomposent énergiquement ce dernier corps, en donnant une odeur intense d'essence de moutarde.

» Un fait général, conforme au résultat déjà connu pour les Crucifères et les amandes amères, c'est que la proportion de ferment que contient un organe quelconque est de beaucoup supérieure à celle qui suffit à la décomposition totale du glucoside qu'il possède. On conçoit dès lors qu'un organe dans lequel ce dernier n'existe qu'à l'état de traces, ou même fait complètement défaut, renferme cependant une quantité encore très appréciable de myrosine.

» 3. A en juger par les propriétés organoleptiques et par diverses réactions chimiques, l'essence de Câprier est très vraisemblablement formée, comme celle du Cresson alénois et d'autres familles dont il sera question ultérieurement, par un nitrile accompagné d'une petite quantité d'un produit sulfuré.

» 4. Les autres espèces de *Capparis* offrent une localisation analogue des cellules à ferment. Elles sont aussi nombreuses dans quelques espèces (*C. saligna* Vahl, etc.) que dans le Câprier commun, moins nombreuses dans plusieurs autres (*C. ferruginea* L., *C. frondosa* L., etc.).

» Les genres *Cleome*, *Polanisia* et *Gynandropsis* sont beaucoup plus pauvres en principes actifs. Il n'y a guère que la racine et la tige qui possèdent, dans les mêmes régions que chez le Câprier commun, un petit nombre de cellules à ferment, faciles à caractériser. La graine contient aussi une petite quantité de myrosine; et, comme elle est pourvue, chez quelques espèces, d'un albumen relativement plus abondant et plus facile à isoler de l'embryon que dans le Câprier, on peut constater, en expérimentant séparément sur ces deux parties, que la myrosine se trouve dans l'embryon.

» *En résumé*, l'existence de cellules spéciales à ferment est générale chez les Capparidées. Par leurs caractères morphologiques dans la racine et la tige, elles ressemblent à celles qu'on trouve dans les mêmes organes chez les Crucifères; dans la feuille et surtout dans la fleur du Câprier, leur mode de groupement est particulier. Toutes les réactions de leur contenu sont celles de la myrosine. C'est chez les Câpriers qu'elles sont les plus nombreuses et que le glucoside, dont elles opèrent la décomposition dans les mêmes conditions que chez les Crucifères, est aussi le plus abondant;

le ferment y prédomine dans certains organes, tels que la fleur et surtout la pulpe du fruit. La graine, au contraire, dans toutes les Capparidées, est relativement pauvre en ferment et en glucoside, et de ses deux parties constitutives, c'est l'embryon qui renferme le ferment ([1]). »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *La reproduction sexuelle des Ustilaginées.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« Les phénomènes de fécondation ne sont connus que dans un nombre relativement restreint de Champignons; beaucoup de familles, après avoir lassé la patience des observateurs, ont été considérées comme entièrement dépourvues de toute sexualité.

» Nos études d'ensemble sur l'histologie des Champignons nous ont mis sur la voie qui conduira, pensons-nous, à une solution générale et définitive de la question; déjà, en collaboration avec un de nos élèves, M. Sappin-Trouffy, nous avons signalé l'existence d'une fécondation chez les Urédinées ([2]). Dans la présente Note, nous indiquerons les résultats que nous avons obtenus en ce qui concerne les Ustilaginées, à la suite d'une étude histologique de cette famille.

» Les noyaux, très petits, ne se laissent fréquemment définir que sous l'aspect d'une simple tache chromatique; dans les cas les plus favorables on y distingue une membrane d'enveloppe et un nucléole. La fécondation s'opère dans les cellules, qui jusqu'ici ont été considérées comme spores et qui sont en réalité des oogones produisant des oospores; en effet, dans chaque cellule renflée, au début, on trouve deux noyaux qui se comportent, l'un comme noyau mâle, l'autre comme noyau femelle; le protoplasma de la cellule se condense; les deux noyaux se rapprochent au contact et se fusionnent en un seul noyau central; la surface du protoplasma condensé s'est recouverte en même temps d'une double membrane dont l'externe présente fréquemment des ornements qui varient avec les genres et les espèces : la cellule renflée primitive correspond à l'oogone, et la spore qu'elle contient est une oospore, ce qui rappelle d'assez près ce qui a lieu

---

([1]) Le travail dont cette Note est le résumé paraîtra sous peu, avec figures, dans le *Journal de Botanique*.

([2]) *Une pseudo-fécondation chez les Urédinées* (*Comptes rendus,* 6 février 1893, et *Le Botaniste,* 4[e] et 5[e] fascicules, 3[e] série, 1893).

dans un *Pythium* ou un *Leptomitus*. La condensation du protoplasma qui accompagne la fécondation étant en général très faible, la membrane de l'oospore se trouve presque au contact de la paroi de l'oogone; de là vient l'erreur qui a conduit à considérer jusqu'ici ces organes comme de simples cellules renflées en spores. A ceux qui voudront vérifier nos observations, nous conseillons de choisir de préférence l'*Ustilago receptaculorum* Fries, espèce dans laquelle oogone et oosphère se laissent facilement différencier à cause de leurs dimensions (13μ-17μ).

» Afin de pouvoir généraliser, il nous était nécessaire d'établir l'existence des mêmes phénomènes dans plusieurs genres et espèces. Tout d'abord, nous l'avons fait pour l'*Ustilago violacea* Pers., où la petitesse des spores (7μ) rend l'observation très difficile; ensuite, nous avons constaté l'existence de deux noyaux, leur fusion dans les oospores du *Doassansia Alismatis* Cornu. Un troisième genre, le genre *Entyloma*, a été également étudié et il a fourni les mêmes résultats. Nous pouvons donc affirmer que les Ustilaginées ont une reproduction sexuelle.

» Que devient le noyau unique de l'oospore à la germination?

» Pour résoudre cette question, nous avons établi de nombreuses cultures d'oospores appartenant à l'*Urocystis Violæ* Sow. et au *Tilletia Caries* Tul. A la germination, dans la première espèce, le noyau de l'oospore passe dans le promycèle : ce dernier forme à son sommet huit sporidies; pendant que ces sporidies s'allongent et se caractérisent, le noyau subit trois bipartitions successives. Chaque sporidie reçoit un de ces noyaux : elles peuvent à leur tour former d'autres sporidies qui leur sont reliées par un fin pédicelle. Ces sporidies secondaires ont, en général, deux noyaux. Les choses se passent de la même façon dans le *Tilletia Caries* avec des sporidies filamenteuses et les anastomoses qui les réunissent fréquemment n'ont aucun rôle sexuel à remplir.

» En résumé, si l'on se reporte à la division provisoire des Champignons en six ordres : Myxomycètes, Oomycètes, Urédinées, Ustilaginées, Basidiomycètes, Ascomycètes, on voit que la reproduction sexuelle n'était connue que chez les Oomycètes : elle l'est maintenant chez les Urédinées et les Ustilaginées. Nous sommes fondé à croire que les Basidiomycètes et les Ascomycètes ne tarderont guère à livrer leur secret. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la miellée du platane.* Note de M. **Edm. Jandrier.**

« Pendant les étés secs, on peut recueillir sur certains platanes (*Platanus orientalis*) une exsudation de consistance et d'aspect variables, tantôt sèche et brillante, tantôt pâteuse et jaunâtre, renfermant, à côté d'une faible quantité d'un sucre réducteur paraissant être de la glucose, de 80 à 90 pour 100 de mannite, qu'on peut extraire avec la plus grande facilité, par cristallisation, de l'alcool bouillant. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'une aurore boréale.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Daubrée par M. le duc **Nicolas de Leuchtenberg.**

« Étant au camp de Krasnoé Sélo, au milieu du mois de juillet, vers $10^h 30^m$ du soir, j'ai observé une aurore boréale, que je pourrais appeler zénithale puisque le point de départ en était situé à peu près au zénith.

» Le phénomène se présentait de la manière suivante : au zénith, une pelote de légères vapeurs, animées d'un mouvement vibratoire indéfinissable, d'où s'échappaient des bandes régulières et régulièrement espacées, passant du blanc au rose le plus tendre et qui ne descendaient pas jusqu'à l'horizon. Dans ces bandes, on remarquait un mouvement semblable à celui qu'on observe dans les tubes de Geissler et qui se manifestait par le changement de coloration.

» Des soldats nous dirent que le phénomène diminuait d'intensité et qu'ils avaient vu les bandes passer, par moments, du rose au vert.

» Nous pûmes observer encore l'aurore pendant un quart d'heure; je ne crois pas me tromper en donnant ce nom au phénomène en question. Peu à peu, les tons roses disparurent, puis les bandes pâlirent, se fondirent et disparurent. Enfin, la pelote qui se trouvait au zénith finit par disparaître comme les bandes. »

M. **Léopold Hugo** adresse deux Notes « Sur un hexagramme visible à proximité d'un cratère lunaire, d'après la photographie » et « Sur la stéréologie de la sphère et des polyzonères ».

La séance est levée à 4 heures. J. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 OCTOBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité de l'équilibre de l'axe de la toupie giroscopique;* par M. **H. Resal.**

« On sait que cet appareil consiste en un solide homogène, pesant, de révolution, dont un point O de l'axe O$x$ est fixe. Foucault a adopté le tore pour la forme du solide.

» Soient :

OV la verticale du point O dirigée en sens inverse de la pesanteur $g$;

$\theta$ l'angle $\widehat{x\mathrm{OV}}$;

O$\eta$ sa perpendiculaire au plan VO$x$;

O$\zeta$ la perpendiculaire à O$x$ dans ce plan;

$a$, $b$ les rayons de giration du solide relatifs à $Ox$, $O\eta$ ou $O\zeta$;
$l$ la distance au point O du centre de gravité G du corps;
$n$ la rotation de ce corps autour de $Ox$, qui reste constante;
$r = \frac{d\theta}{dt}$, $s$ les composantes de la rotation $\omega$ de $Ox$ suivant $O\eta$, $O\zeta$;
$\Omega = \frac{\zeta}{\sin\theta}$ la rotation du plan $VOx$ autour de OV.

» L'indice o caractérisera les éléments qui se rapportent à l'état initial.

» Les équations générales du mouvement de la toupie sont ([1]) ;

$$(1) \qquad s = \frac{a^2 n(\cos\theta_0 - \cos\theta) + b^2 s_0 \sin\theta_0}{b^2 \sin\theta}.$$

$$(2) \qquad \begin{cases} b^2 \sin\theta \dfrac{d\theta}{dt} \\ \quad = \pm\sqrt{2glb^2(\cos\theta_0 - \cos\theta)\sin^2\theta + b^4\omega_0^2\sin^2\theta - [a^3 n(\cos\theta_0 - \cos\theta) + b^2 s_0 \sin\theta_0]^2}. \end{cases}$$

» L'axe $Ox$ est en équilibre lorsqu'il coïncide avec la verticale du point O. L'équilibre est stable si, en écartant $Ox$ de la verticale d'un angle aussi petit qu'on voudra et lui imprimant une rotation $\omega_0$, également aussi petite qu'on voudra, l'écart par rapport à la verticale reste constamment très petit.

» Deux cas sont à distinguer selon que, lors de l'équilibre, le centre de gravité G se trouve sur OV ou sur son prolongement.

» *Premier cas.* — L'écart initial $\theta_0$ et l'écart $\theta$, à un instant quelconque, sont censés assez petits pour qu'on puisse en négliger les carrés devant l'unité.

» Si l'on pose

$$(3) \qquad \begin{cases} \lambda = \dfrac{a^4 n^2}{4} - glb^2, \\ \mu = \left(\dfrac{a^4 n^2}{2} - glb^2\right)\theta_0^2 + b^4\omega_0^2 - a^2 b^2 n s_0 \theta_0, \\ \nu = \dfrac{a^4 n^2 \theta_0^4}{4} + b^4 s_0^2 \theta_0^2 + a^2 b^2 n s_0 \theta_0^3, \\ \zeta = \theta^2, \end{cases}$$

l'équation (2) devient

$$(4) \qquad \frac{1}{2} b_2 \frac{d\zeta}{dt} = \pm\sqrt{\frac{\mu^2}{4\lambda} + \nu}\sqrt{1 - \frac{\lambda}{\frac{\mu^2}{4\lambda} + \nu}\left(\zeta - \frac{\mu}{2\lambda}\right)^2}.$$

---

([1]) *Traité de Mécanique générale,* t. I, p. 357.

A son inspection, on voit que, pour que $\zeta$ soit réel et ne croisse pas avec le temps, il faut que

$$\frac{\mu^2}{4\lambda}+\nu>0, \tag{5}$$

$$\lambda>0. \tag{6}$$

» De la seconde de ces conditions, on tire

$$n>\frac{2b}{a^2}\sqrt{gl}. \tag{6'}$$

» La première condition revient à

$$\begin{aligned} g^2l^2\theta_0^4 &+ 2[(a^4n^2-2glb^2)s_0-gla^2n\theta_0]s_0\theta_0^2 \\ &+\omega_0^2[b^4\omega_0^2+(a^2n^2-2glb^2)\theta_0^2-2a^2b^2ns_0\theta_0]>0, \end{aligned}$$

et sera satisfaite, en prenant, comme il est permis de le faire, les rapports $\frac{r_0}{\theta_0}$, $\frac{s_0}{\theta_0}$ suffisamment petits.

» Si l'on pose

$$\frac{\sqrt{\lambda}}{b^2}=\alpha,$$

l'équation (4) donne

$$\sqrt{\frac{\lambda}{\frac{\mu^2}{4\lambda}+\nu}}\left(\theta^2-\frac{\mu}{2\lambda}\right)=\cos(2\alpha t+\varepsilon), \tag{7}$$

$\varepsilon$ étant une constante qu'on déterminera par la condition $\theta=\theta_0$ pour $t=0$.

» Généralement, dans les expériences, on fait dévier l'axe $Ox$ de la verticale au moyen d'une règle, et on l'abandonne ensuite à lui-même sans vitesse initiale. On a alors

$$\mu=\frac{(a^4n^2-2glb^2)\theta_0^2}{2},\qquad \nu=-\frac{a^4n^2\theta_0^4}{4},$$

puis

$$\theta^2=\frac{\theta_0^2}{a^4n^2-4glb^2}[a^4n^2-2gb^2+2glb^2\cos(2\alpha t+\varepsilon)]$$

ou, en exprimant que $\theta=\theta_0$ pour $t=0$,

$$\theta^2=\frac{\theta_0^2}{4\lambda}(a^4n^2-4glb^2\cos^2\alpha t). \tag{8}$$

» On déduit de l'équation (1), pour la rotation du plan VO$x$ autour de OV,

$$\Omega = \frac{a^2 n(\theta^2 - \theta_0^2)}{2b^2\theta^2} = 2a^2 ngl \frac{\sin^2\alpha t}{a^4 n^2 - 4glb^2\cos^2\alpha t} = \frac{a^2 n}{2b^2}\left(1 - \frac{\lambda}{\lambda + glb^2\sin^2\alpha t}\right),$$

d'où, pour l'angle $\psi = \int_0^t \Omega\, dt$, décrit autour de OV au bout du temps $t$, par le plan VO$x$,

$$\psi = \frac{a^2 n^2}{2b^2}\left[t - \frac{\lambda}{\alpha\sqrt{\lambda(\lambda + glb^2)}} \operatorname{arc\,tang}\left(\sqrt{1 + \frac{glb^2}{\lambda}}\operatorname{tang}\alpha t\right)\right].$$

» Dans la réalité, $n$ diminue graduellement par l'effet des résistances passives et finit par se trouver au-dessous de la limite (6'), ce qui explique pourquoi, sous la moindre influence dérangeant O$x$ de sa position d'équilibre, cette droite s'écarte de plus en plus de OV dans le plan tournant VO$x$.

» *Second cas.* — On remplacera d'abord dans les formules (1), (2) $\theta$ par $180° - \theta$, $\theta_0$ par $180° - \theta_0$, ce qui revient à conserver ces formules en changeant les signes de $a^2$, $l$; à cela près, les calculs qui précèdent reçoivent ici leur application, et comme $\lambda$ est essentiellement positif l'équilibre est toujours stable. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'equation aux dérivées partielles qui se présente dans la théorie de la vibration des membranes;* par M. **Émile Picard.**

« On sait que l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad \Delta u + ku = 0 \qquad \left(\Delta u = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2}\right)$$

joue un rôle fondamental dans la théorie de la vibration des membranes. Étant donné un contour C, il n'existe pas, si la constante $k$ est prise arbitrairement, d'intégrale de l'équation (1) continue à l'intérieur de l'aire limitée par C et s'annulant sur cette courbe (en dehors, bien entendu, de $u = 0$). Il existe seulement certaines valeurs positives en nombre infini $k_1, k_2, \ldots,$ pour lesquelles il en est ainsi, et que nous rangeons par ordre croissant de grandeur; à ces valeurs correspondent les divers sons que

peut rendre la membrane. Il s'en faut que ces résultats soient démontrés avec la rigueur que l'on exige aujourd'hui en Analyse; on peut dire qu'ils sont seulement rendus vraisemblables par des raisonnements analogues à ceux dont on s'est servi longtemps dans l'étude du problème de Dirichlet. On doit toutefois faire exception pour la première valeur $k_1$; son existence a été rigoureusement démontrée dans un Mémoire extrêmement remarquable [1], par M. Schwarz, qui a aussi établi l'existence de la solution singulière correspondante (son fondamental de la membrane).

» 1. Étant donné le contour C, envisageons l'intégrale $v$ de l'équation (1) prenant la valeur *un* sur le contour, et continue à l'intérieur; on peut développer cette intégrale en une série ordonnée suivant les puissances de $k$, soit

$$v = 1 + v_1 k + v_2 k^2 + \ldots + v_n k^n + \ldots \tag{2}$$

» Les fonctions $v$ sont déterminées par les équations

$$\begin{aligned} \Delta v_1 + 1 &= 0, \\ \Delta v_2 + v_1 &= 0, \\ \ldots\ldots&\ldots, \\ \Delta v_n + v_{n-1} &= 0 \end{aligned}$$

et par la condition de s'annuler toutes sur le contour C; M. Schwarz a montré comment on pouvait trouver le rayon du cercle de convergence de la série (2); il est précisément égal à $k_1$. De plus, d'après l'éminent géomètre, le produit $v_n k_1^n$ a, pour $n$ infini, une limite U, et cette fonction, qui n'est pas identiquement nulle et qui prend la valeur *zéro* sur C, satisfait à l'équation

$$\Delta U + k_1 U = 0. \tag{3}$$

» Je considère maintenant, d'une manière générale, l'intégrale de (1) devenant égale à l'unité sur C; on peut la regarder comme une fonction de $k$, qui peut être complexe aussi bien que réel. Cette fonction est une fonction uniforme dans le plan de la variable complexe $k$, et ses points singuliers sont les points $k_1, k_2, \ldots$. J'ai cherché quelle était la nature du premier point singulier $k_1$; je vais faire voir que *ce point singulier est un*

---

(1) *Festschrift zum Jubelgeburtstage des Herrn Weierstrass*, von H.-A. Schwarz. Helsingfors, 1885.

*pôle simple*. Nous montrerons ensuite *comment on peut obtenir le second point singulier* $k_2$.

» 2. Le point délicat est de savoir comment le produit $v_n k_1^n$ tend vers sa limite U. La méthode suivie par M. Schwarz pour établir l'existence de U ne donne à cet égard aucun renseignement; aussi indiquerai-je avec quelques détails la méthode dont j'ai fait usage et où je supposerai, pour éviter certaines difficultés, le contour $C_1$ convexe et régulièrement analytique. En désignant par S l'aire limitée par C, on sait que l'on aura

$$v_n = \frac{1}{2\pi}\int_S\int v_{n-1}(\xi, \eta)\,G(\xi, \eta, x, y)\,d\xi\,d\eta$$

en désignant par $G(\xi, \eta, x, y)$ la fonction de Green relative à S et au point $(x, y)$.

» Le quotient $\frac{v_1}{U}$ reste compris entre deux nombres fixes A et B ($A > B$). Inspirons-nous ici de la méthode de la moyenne arithmétique de Neumann, et surtout de la belle application qu'en a faite M. Robin au problème de la distribution de l'électricité (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1834). Nous partageons l'aire S en deux parties $\alpha$ et $\beta$ de telle sorte que

$$\frac{v_1}{U} > \frac{A+B}{2} \quad (\text{dans } \alpha), \qquad \frac{v_1}{U} < \frac{A+B}{2} \quad (\text{dans } \beta);$$

on aura

$$v_2 \leqq \frac{A}{2\pi}\int_\alpha\int UG\,d\xi\,d\eta + \frac{1}{2\pi}\,\frac{A+B}{2}\int_\beta\int UG\,d\xi\,d\eta,$$

$$v_2 \geqq \frac{1}{2\pi}\,\frac{A+B}{2}\int_\alpha\int UG\,d\xi\,d\eta + \frac{B}{2\pi}\int_\beta\int UG\,d\xi\,d\eta.$$

Or on a, d'après l'équation (3),

$$\frac{k_1}{2\pi}\int_\alpha\int UG\,d\xi\,d\eta + \frac{k_1}{2\pi}\int_\beta\int UG\,d\xi\,d\eta = U.$$

On en conclut

$$\frac{v_2 k_1}{U} \leqq A - \frac{A-B}{2}\,\frac{\frac{k_1}{2\pi}\int_\beta\int UG\,d\xi\,d\eta}{U},$$

$$\frac{v_2 k_1}{U} \geqq B + \frac{A-B}{2}\,\frac{\frac{k_1}{2\pi}\int_\alpha\int UG\,d\xi\,d\eta}{U}.$$

» De ces inégalités, on conclura sans peine que, en désignant par $A_1$ et

$B_1$ le maximum et le minimum de $\frac{v_2 k_1}{U_1}$ dans l'aire S, on a

$$A_1 - B_1 < \mu(A - B),$$

$\mu$ *désignant un nombre fixe inférieur à l'unité*. En continuant ainsi, et désignant par $A_{n-1}$ et $B_{n-1}$ le maximum et le minimum de $\frac{v_n k_1^{n-1}}{U}$, on a

$$A_{n-1} - B_{n-1} < \mu^{n-1}(A - B).$$

De cette inégalité se tire une conséquence fondamentale : c'est que

$$|v_n k_1^n - v_{n-1} k_1^{n-1}| < \mu^n \theta,$$

$\theta$ étant une constante fixe. On en déduit enfin

$$|v_n k_1^n - U| < \mu^n \theta',$$

$\theta'$ étant encore une constante fixe.

» Il est immédiat maintenant que le point $k_1$ est un pôle simple de la série (2). On a

$$k_1^n v_n = U + \theta_n \mu^n \qquad (|\theta_n| < \theta').$$

» Il vient donc

$$v = \frac{U}{1 - \frac{k}{k_1}} + w,$$

en posant

$$w = \theta_0 + \theta_1 \frac{\mu k}{k_1} + \ldots + \theta_n \frac{\mu^n k^n}{k_1^n} + \ldots;$$

le rayon de convergence de la série $w$ est au moins égal à $\frac{k_1}{\mu}$ qui est supérieur à $k_1$. *Le point $k = k_1$ est donc un pôle simple pour la fonction $v$.*

» 3. Cherchons comment nous pourrons obtenir le rayon $k_2$ du cercle de convergence de la série $w$. Soit

$$(4) \qquad w = w_0 + k w_1 + \ldots + k^n w_n + \ldots.$$

» Les $w$ sont déterminés par les équations

$$\begin{aligned} \Delta w_0 - k_1 U &= 0, \\ \Delta w_1 + w_0 &= 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots&\ldots, \\ \Delta w_n + w_{n-1} &= 0. \end{aligned}$$

On a, sur C, $w_0 = 1$ et tous les autres $w$ sont nuls sur le contour.

» Les fonctions $w$ ne sont pas toujours positives dans S, comme l'étaient tout à l'heure les $v$. En procédant, pour l'étude de la série (3), comme le fait M. Schwarz pour l'étude de la série (2), nous formons la suite des quantités constantes

$$W_n = \int\int w_0 w_n \, dx \, dy.$$

» Quoique les $w$ changent de signe dans S, les constantes $W_n$ sont toutes positives, car on voit de suite que

$$W_{2n} = \int\int w_n^2 \, dx \, dy, \qquad W_{2n+1} = \int\int \left[\left(\frac{\partial w_{n+1}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w_{n+1}}{\partial y}\right)^2\right] dx \, dy.$$

» On établit sans peine les inégalités

$$\frac{W_1}{W_0} < \frac{W_2}{W_1} < \ldots < \frac{W_{n+1}}{W_n} < \ldots.$$

» Démontrons que $\frac{W_{n+1}}{W_n}$ a une limite. Dans le cas contraire, ce quotient augmenterait indéfiniment avec $n$; or ceci est impossible, car alors la série

(5) $$W_0 + W_1 k + \ldots + W_n k^n + \ldots$$

ne convergerait que pour $k = 0$, ce qui n'est pas, puisque cette série est égale à

$$\int\int w_0 w \, dx \, dy$$

et que la série $w$ converge au moins jusqu'à $k = \frac{k_1}{\mu}$. On voit d'ailleurs facilement que les séries (4) et (5) ont même cercle de convergence. Il y a donc certainement une limite finie pour $\frac{W_{n+1}}{W_n}$; si on la désigne par $\frac{1}{k_2}$, on aura $k_2 > k_1$, et $k_2$ est le cercle de convergence de la série $w$ : *c'est la seconde valeur singulière dont nous voulions établir l'existence.*

» 4. Le produit

$$w_n k_2^n$$

appelle nécessairement l'attention. On peut établir que cette expression converge uniformément vers une certaine limite, quand $n$ augmente indéfiniment, mais il n'est pas certain que cette limite ne soit pas nulle. Il faudrait aussi chercher quelle est la nature du point singulier $k_2$ pour la série $w$; ce sont des questions auxquelles je ne puis répondre pour le

moment. Peut-être cependant, les résultats précédents, qui ont principalement pour objet la recherche de la seconde valeur singulière $k_2$, ne sont-ils pas, tout incomplets qu'ils soient, entièrement dénués d'intérêt. »

PHYSIQUE. — *Sur la cristallisation de l'eau par décompression au-dessous de zéro*. Note de M. **E.-H. Amagat.**

« Ces expériences ont été faites avec l'appareil à regards que j'ai décrit sommairement dans ma Communication du 18 juillet 1887 relative à la solidification des liquides par la pression.

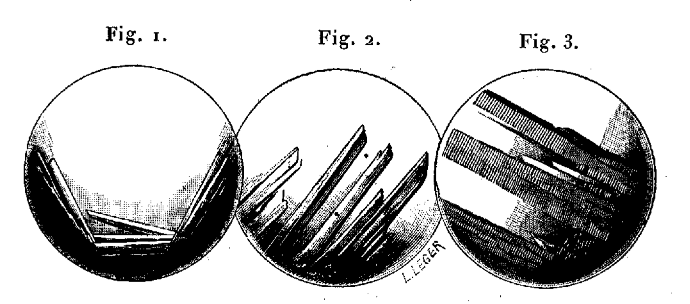
» L'eau renfermée dans le cylindre d'acier est d'abord solidifiée et maintenue à une température constante inférieure à zéro, au moyen d'un mélange réfrigérant dont on remplit le bain qui enveloppe cette partie de l'appareil. En comprimant graduellement, on voit la masse de glace fondre petit à petit et disparaître complètement; en diminuant alors lentement la pression, on voit bientôt des cristaux se déposer sur la face interne du regard antérieur qu'on a eu soin de mettre au point du viseur servant à suivre le phénomène, absolument comme cela a lieu par compression pour les cristaux formés par les corps plus denses à l'état solide qu'à l'état liquide.

» Le phénomène, quoique parfaitement net, est plus difficile à produire qu'avec ces derniers corps, du moins avec ceux que j'ai examinés; en particulier il paraît y avoir des retards notables de solidification lorsque par compression on a fait disparaître toute la glace ou les cristaux déjà obtenus; si, au contraire, on prend la précaution d'arrêter la compression de telle sorte qu'il reste encore quelques fragments solides, ceux-ci deviennent quand on décomprime le point de départ de cristaux gagnant bientôt toutes les directions du champ. Toutefois, même dans ces conditions, il est assez difficile d'obtenir avec l'eau des cristaux bien nets, aussi beaux par exemple que ceux obtenus avec le chlorure de carbone, et ce n'est pas sans peine que j'ai pu photographier au moment voulu quelques-unes de ces cristallisations; je donne ici la reproduction de trois clichés choisis parmi ceux qui présentent les formes les plus nettes.

» Il est assez difficile, même sur les clichés, de se rendre compte du nombre des faces prismatiques des aiguilles, mais les formes produites par les macles sont plus faciles à saisir; celles-ci résultent généralement de l'accolement de faces provenant de troncatures qu'on voit à l'extrémité

des aiguilles dans la *fig.* 2; l'angle de ces troncatures ne peut être estimé que grossièrement, mais celui des macles est très sensiblement de 120°; la *fig.* 1 montre un demi-hexagone ainsi formé; malheureusement, la gravure a mal reproduit la photographie au point d'accolement des faces; on re-

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.




marquera aussi la structure feuilletée des aiguilles de la *fig.* 3; cet effet se produit généralement au moment où les cristaux vont commencer à fondre sous la pression.

» J'ai fait subir à mon premier appareil de nombreuses modifications; les regards coniques de verre coincés dans des cônes d'ivoire que j'avais d'abord indiqués se détruisent d'une façon assez curieuse; ils finissent par se transformer en une série de disques assez réguliers qui constituent un véritable clivage normalement à l'axe du cône; dans ces conditions, ils perdent complètement leur transparence. Les regards que j'ai employés depuis sont cylindriques et mastiqués à la glu marine de manière que celle-ci fasse joint; certains de ces regards (exceptionnellement) ont résisté jusqu'à 1800 atmosphères.

» Dans les expériences dont il s'agit ici, la pression n'a point dépassé un millier d'atmosphères; j'ai constaté l'abaissement progressif du point de fusion quand la pression croît conformément à la théorie et aux expériences de W. Thomson; mais je n'ai point fait de mesures proprement dites, parce que mon intention à l'époque de ces essais, qui remontent déjà à plusieurs années, était d'entreprendre sur ce sujet un travail d'ensemble que les circonstances ne m'ont point permis de mettre à exécution.

» Il serait extrêmement intéressant de suivre, pour un certain nombre de liquides, la variation du point de fusion jusque sous des pressions très élevées; comme le rapport des coefficients de compressibilité de l'eau et de la glace est inconnu, on peut se demander si, sous des pressions suffisantes, la densité de la glace ne deviendrait pas supérieure à celle de l'eau et si, par suite, il n'existerait pas une sorte de point d'inversion à partir

duquel le changement d'état par compression n'aurait pas lieu dans le même sens que pour les autres liquides; on peut également se demander si, pour certains liquides, un point d'inversion analogue et de sens contraire ne pourrait pas exister. Ce fait expliquerait certaines apparences que j'ai observées avec le chlorure de carbone; des recherches dirigées dans cette voie présenteraient du reste d'assez sérieuses difficultés. »

M. **Picard**, en déposant sur le bureau deux volumes de M. *Sophus Lie*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de notre Correspondant norvégien M. Sophus Lie, deux nouveaux volumes qu'il vient de publier.

» L'un de ces Ouvrages, rédigé avec la collaboration de M. Engel, termine l'exposé, commencé dans deux volumes précédents, de la théorie générale des groupes continus à un nombre fini de paramètres. Cette théorie, dont M. Lie poursuit l'étude depuis plus de vingt ans, prend chaque jour plus d'importance dans la Science. Un grand nombre de résultats, autrefois isolés, se trouvent maintenant rattachés aux mêmes principes et peuvent être grandement généralisés; la Géométrie comme l'Analyse ont déjà tiré et tireront de plus en plus un très utile parti de la doctrine créée par M. Lie. L'illustre géomètre développera dans un autre Ouvrage les applications, ainsi que la théorie plus féconde encore des groupes infinis. Quelques-unes de ces applications sont déjà contenues dans le second volume que je dépose sur le bureau et qui contient un certain nombre de leçons de M. Lie développées et publiées par M. Scheffers. On peut, dès aujourd'hui, affirmer que la *Théorie des groupes de transformations* est une des grandes œuvres mathématiques de ce siècle. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Miguel Saderra y Maso** adresse, de l'Observatoire météorologique de Manille, une relation du tremblement de terre survenu le 21 juin dernier à l'île de Mindanao, et des documents relatifs à l'activité du système volcanique dont les îles Philippines font partie.

(Renvoyé à l'examen de MM. Faye, Daubrée, Fouqué.)

M. **P.-W. Stuart-Menteath** adresse à l'Académie trois Notes « Sur la géologie des Pyrénées ».

Ces Notes sont renvoyées à l'examen de MM. Daubrée, Fouqué, Mallard.

M. **P. Blandin** soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : « Observations des mouches volantes en Ophtalmologie ».

(Commissaires : MM. Larrey, Brouardel).

M. **P.-D. Aubry** soumet au jugement de l'Académie une Note « Sur un projet de numération sexagésimale ».

(Commissaires : MM. Faye, Picard.)

## CORRESPONDANCE.

M. **Jaccoud**, M. **Lancereaux** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie par suite du décès de M. *Charcot*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces de la Correspondance un Ouvrage « Sur une mère d'astrolabe arabe du XIII[e] siècle (609 de l'Hégire) portant un calendrier perpétuel avec correspondance musulmane et chrétienne »; traduction et interprétation par M. *H. Sauvaire*, Correspondant de l'Institut, et M. *J. de Rey-Pailhade*, ingénieur civil des mines. (Présenté par M. Darboux.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension aux équations d'ordre quelconque d'une méthode de Riemann relative aux équations du second ordre.* Note de M. **Delassus**, présentée par M. Picard.

« La méthode de Riemann, dont nous voulons parler, est relative à l'intégration de l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} + a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y} + cz = 0.$$

» Nous nous proposons de la généraliser pour les équations d'ordre $n$ de la forme

$$\mathcal{F}(z) = \Sigma A_{ik} \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial y^k} = 0 \qquad \begin{matrix} i = 0, & 1 \ldots p \\ k = 0, & 1 \ldots q \end{matrix} \qquad p + q = n, \quad pq \neq 0, \quad A_{pq} = 1,$$

dont la précédente n'est qu'un cas particulier ($n = 2, p = 1, q = 1$).

» Nous supposerons seulement que les $A_{ik}$ ont des dérivées partielles jusqu'à l'ordre $n - 1$ analogues à celles de $z$ qui entrent dans $\mathcal{F}(z)$ et qui soient continues dans une certaine région du plan.

» Lemme. — *Si les $A_{ik}$ sont continus à l'intérieur d'un rectangle R ayant $x_0, y_0$ comme centre, il existe une solution $z$ de $\mathcal{F}(z) = 0$, continue ainsi que toutes ses dérivées figurant dans $\mathcal{F}(z)$, au voisinage de $(x_0, y_0)$ et satisfaisant aux conditions*

$$z(x_0, y) = Y_0, \qquad \frac{\partial z}{\partial x}(x_0, y) = Y_1, \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial^{p-1} z}{\partial x^{p-1}}(x_0, y) = Y_{p-1},$$

$$z(x, y_0) = X_0, \qquad \frac{\partial z}{\partial y}(x, y_0) = X_1, \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial^{q-1} z}{\partial y^{q-1}}(x, y_0) = X_{q-1},$$

*les Y ayant des dérivées jusqu'à l'ordre $q$ continues pour $(x_0, y)$ situé dans R; les X ayant des dérivées jusqu'à l'ordre $p$ continues pour $(x, y_0)$ situé dans R; et l'on a en outre pour $\lambda = 0, 1 \ldots p - 1$, $\mu = 0, 1 \ldots q - 1$,*

$$\left(\frac{d^\mu Y_\lambda}{dy^\mu}\right)_{y=y_0} = \left(\frac{d^\lambda X_\mu}{dx^\lambda}\right)_{x=x_0}.$$

» 1° Isolons le premier terme de l'équation et représentons le reste par $F(z)$.

» Nous appliquerons la méthode des approximations successives employée déjà par M. Picard (¹) pour la démonstration du théorème précédent dans le cas particulier ($n = 2, p = 1, q = 1$). On aura à intégrer successivement les équations

$$\frac{\partial^n z_1}{\partial x^p \partial y^q} = 0, \qquad \frac{\partial^n z_2}{\partial x^p \partial y^q} = F(z_1), \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial^n z_m}{\partial x^p \partial y^q} = F(z_{m-1}), \qquad \ldots,$$

$z_1$ ayant les conditions aux limites précédentes et les $z_2, z_3, \ldots$ des conditions analogues obtenues en supposant nuls les X et les Y.

(¹) *Journal de Mathématiques*, 4ᵉ série, t. VI, p. 171.

» Ces équations s'intégrant immédiatement, on aura

$$z_1 = \Sigma X_i \frac{(y-y_0)^i}{i!} + \Sigma Y_k \frac{(x-x_0)^k}{k!} - \Sigma \frac{1}{i! \times k!} \left(\frac{d^i X_k}{dx^i}\right)_{x=x_0} (x-x_0)^i (y-y_0)^k$$

et successivement

$$z_m = \int_{x_0}^{x} dx \int_{x_0}^{x} dx \ldots \int_{y_0}^{y} dy \ldots \int_{y_0}^{y} F(z_{m-1})\, dy.$$

» En évaluant les valeurs maxima des modules de $z_m$ et de ses dérivées analogues à celles qui figurent dans $F(z)$, on arrivera facilement à montrer que la série

$$z_1 + z_2 \ldots + z_m + \ldots$$

est convergente si l'on a pris le rectangle R assez petit et qu'il en est de même des séries

$$\frac{\partial^{i+k} z_1}{\partial x^i \partial y^k} + \frac{\partial^{i+k} z_2}{\partial x^i \partial y^k} + \ldots + \frac{\partial^{i+k} z_m}{\partial x^i \partial y^k} + \ldots;$$

d'où l'on déduira que $z = z_1 + z_2 + \ldots$ est la solution cherchée.

» 2° L'adjointe $G(u) = \sum (-1)^{i+k} \frac{\partial^{i+k}}{\partial x^i \partial y^k} (A_{ik} u) = 0$ est de même force que $\mathfrak{F}(z)$ et ses coefficients sont continus. On a

$$u\,\mathfrak{F}(z) - z\,G(u) \equiv \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y}$$

avec

$$M = \sum B_i \frac{\partial^i z}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x} \sum D_{ik} \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial y^k}, \qquad N = \sum C_k \frac{\partial^k z}{\partial y^k} \quad \begin{pmatrix} i = 0, 1, \ldots, p-1 \\ k = 0, 1, \ldots, q-1 \end{pmatrix},$$

$$B_i = \sum (-1)^{\alpha+\beta} \frac{\partial^{\alpha+\beta}}{\partial x^\alpha \partial y^\beta} (A_{i+\alpha+1, \beta} u) \qquad \begin{pmatrix} \alpha = 0, 1, \ldots, p-i-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots, q-1 \end{pmatrix},$$

$$D_{ik} = \sum (-1)^{\alpha+\beta} \frac{\partial^{\alpha+\beta}}{\partial x^\alpha \partial y^\beta} (A_{i+\alpha+1, k+\beta+1} u) \qquad \begin{pmatrix} \alpha = 0, 1, \ldots, p-i-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots, q-k-1 \end{pmatrix},$$

$$C_k = \sum (-1)^{\alpha+\beta} \frac{\partial^{\alpha+\beta}}{\partial x^\alpha \partial y^\beta} (A_{\alpha, k+\beta+1} u) \qquad \begin{pmatrix} \alpha = 0, 1, \ldots, p-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots, q-k-1 \end{pmatrix},$$

» Cherchons $u$, annulons les $B_i$ pour $x = x_0$ et les $C_k$ pour $y = y_0$.

» Les $(B_i)_{x=x_0} = 0$ seront $p$ équations entre les Y et leurs dérivées jusqu'à l'ordre $q$, et l'on voit qu'elles détermineront successivement les Y comme solutions d'équations linéaires d'ordre $q$, de sorte qu'on pourra prendre

arbitrairement les $pq$ valeurs initiales des Y et de leurs dérivées d'ordre $< q$; de même pour les X au moyen des équations $(C_k)_{y=y_0} = 0$, en remarquant que les valeurs initiales pour les X sont les valeurs précédentes mises dans un autre ordre.

» Les valeurs en $x_0 y_0$ des $D_{ik}$ s'expriment au moyen de ces constantes, de telle façon qu'on pourra exprimer toujours les $pq$ constantes précédentes au moyen des $\lambda_{ik}$, valeurs initiales des $D_{ik}$.

» Donc à tout système de valeurs initiales $\lambda_{ik}$ des coefficients $D_{ik}$ correspond une fonction U de Riemann. Désignons par P le point $(x_0, y_0)$ et soient A et B les points où les parallèles aux axes menées par P rencontrent la courbe C.

» La fonction U donnera l'équation de Riemann

$$\left(\sum D_{ik} \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x_i \, \partial y^k}\right)_P = \left(\sum D_{ik} \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \, \partial y^k}\right)_A + \int_A^B M\,dy - N\,dx = V;$$

le premier terme peut s'écrire

$$\sum \mu_{ik} \left(\frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \, \partial y^k}\right)_P.$$

Si donc nous prenons $N = pq$ systèmes des $\mu$, tels que le déterminant $\Delta$ qu'ils forment ne soit pas nul, à chacun de ces systèmes correspondra une équation analogue à la précédente, et, en vertu de $\Delta \neq 0$, les N équations

$$\sum \mu_{ik}^j \left(\frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \, \partial y^k}\right)_P = V_j$$

détermineront comme fonctions linéaires des $V_j$ les quantités $\left(\frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \, \partial y^k}\right)_P$ qui sont précisément en nombre N : en particulier, on aura

$$z_P = \lambda_1 V_1 + \lambda_2 V_2 + \ldots + \lambda_N V_N,$$

de sorte que $z_P$ *se trouve exprimé au moyen des valeurs de z et de ses dérivées jusqu'à l'ordre n — 1 le long de* AB. C'est la généralisation du résultat fondamental de la méthode de Riemann. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le troisième principe de l'énergétique. Réponse à M.* Meyerhoffer. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La réclamation de priorité et les critiques que M. Meyerhoffer a formulées, dans la séance du 28 août, au sujet de ma Note sur le troisième

principe de l'énergétique, ne me sont tombées que récemment sous les yeux. Sa réclamation de priorité me paraît être le résultat d'un malentendu, provenant de ce que nous avons employé dans des sens notablement différents, sauf en ce qui concerne l'énergie chimique, la même expression de *capacité d'énergie*. Il résulte du double sens de ce terme qu'avec des énoncés semblables nous exprimons, en réalité, des idées différentes. La capacité d'énergie de M. Meyerhoffer est proportionnelle à la masse : « Puisque chaque capacité est liée à la masse, nous pourrions dire encore » mieux à la masse chimique, il résulte de l'indestructibilité de la masse » que la capacité est aussi une grandeur constante ». Or, les grandeurs que j'appelle *capacités d'énergie :* quantité de mouvement, quantité d'électricité, entropie ne sont en aucune façon proportionnelles à la masse chimique et la loi de leur conservation ne résulte aucunement de la loi de conservation de la masse. M. Meyerhoffer ne traite d'ailleurs cette question que d'une façon tout à fait incidente; l'objet exclusif de son Mémoire est l'étude des relations des capacités d'énergie avec les poids des molécules chimiques. Je regrette néanmoins que les quelques lignes qu'il consacre à cette question m'aient échappé; je me serais fait un plaisir de mentionner sur ce point l'initiative de M. Meyerhoffer, qui avait eu l'attention de citer *in extenso* le passage de mon Mémoire sur les équilibres chimiques dont son étude est le développement.

» Je voudrais insister un peu plus longuement sur une des critiques de M. Meyerhoffer, relative au nombre des principes fondamentaux de l'énergétique. Sur ce point, en effet, je m'écarte d'une opinion généralement admise; on se contente, en effet, habituellement de deux principes expérimentaux distincts : celui de Joule et celui de Carnot, pour établir les deux équations fondamentales de la Thermodynamique. Si ces deux principes suffisent à eux seuls, la loi expérimentale dont je propose de faire un troisième principe doit se confondre avec les deux précédents. En fait, la Thermodynamique repose sur deux principes expérimentaux et une hypothèse relative à la nature de la chaleur. Le troisième principe expérimental dispense de recourir à cette hypothèse. Sadi Carnot faisait intervenir l'hypothèse que la chaleur est de la matière et en concluait à son indestructibilité; les fondateurs de la Thermodynamique mathématique, Rankine, Thomson et Clausius, ont fait intervenir l'hypothèse que la chaleur est de la force vive et en ont conclu à la proportionnalité de sa variation à celle du travail. Si la première de ces hypothèses est certainement fausse, les expériences de Rumford, Davy, Joule l'ont prouvé, rien absolument ne

prouve *a priori* que la seconde soit plus exacte. Il est vrai qu'aujourd'hui on évite de formuler ouvertement cette hypothèse sur la nature de la chaleur; elle n'en intervient pas moins dans les raisonnements. C'est elle seule qui conduit à admettre que dans tous les cas de transformation de la puissance motrice il y a proportionnalité entre la chaleur détruite et le travail créé; on n'oserait sans cela généraliser ainsi une corrélation observée seulement dans le cas de gaz à peu près parfaits ou la déduire de la relation inverse établie expérimentalement par Joule dans le cas de destruction de la puissance motrice. Dire que les expériences de Joule ont établi le principe de conservation de l'énergie et appliquer ensuite ce principe aux transformations réversibles revient à faire le raisonnement suivant : lorsqu'un corps tombant d'une certaine hauteur est arrêté brusquement par un obstacle, il s'échauffe spontanément, c'est-à-dire qu'une certaine quantité de chaleur est créée; donc, pour le relever à sa hauteur initiale par le travail d'une machine à vapeur, il faudra détruire dans cette machine une quantité de chaleur égale à celle qui avait été créée par le choc. Or aucune proposition n'est moins évidente *a priori* que celle-là, si la chaleur n'est pas de la force vive.

» L'intervention d'un troisième principe expérimental dispense de toute hypothèse semblable; on peut donner de ce principe l'énoncé suivant, qui est plus simple et d'une évidence expérimentale plus grande que l'énoncé donné dans ma première Communication : *Il est impossible d'extraire de l'énergie d'un système de corps sans que deux au moins de ses parties éprouvent des changements de sens contraire*. On déduit de ce principe, en y appliquant le raisonnement de Sadi Carnot, la conséquence que dans les transformations réversibles la relation entre ces deux changements correspondants est indépendante de la nature des intermédiaires mis en œuvre, de machines employées pour extraire la puissance motrice. Cette loi suffit, comme l'a montré M. G. Mouret, pour établir toutes les déductions que comporte le principe de Carnot, sans rien préjuger sur la nature de la chaleur.

» Le principe expérimental de conservation des capacités d'énergie est donc indispensable pour éviter l'intervention de toute hypothèse sur la nature de la chaleur; mais ce principe, réuni à celui de Carnot, ne suffit pas davantage pour établir le principe de Joule, qui constitue bien un troisième principe expérimental. Ceci semble évident quand on arrive à faire abstraction, ce qui est, il est vrai, fort difficile, avec notre éducation scientifique actuelle, de toute idée théorique sur la constitution de la matière et la

nature de la chaleur. De ce que dans la transformation par la machine à vapeur de la puissance calorifique en puissance mécanique à une création de travail corresponde une destruction de chaleur, il ne résulte aucunement qu'il doive, dans la destruction définitive de cette puissance motrice par le choc, par exemple, se régénérer une quantité correspondante de chaleur. Il n'y a rien d'absurde, *a priori*, à admettre que dans le choc les corps s'arrêtent sans s'échauffer : c'est l'expérience seule qui peut apprendre s'il en est autrement. Et même ceci constaté, il n'en résulte pas que le rapport de la puissance motrice détruite à la chaleur créée soit le même que dans les transformations sans destruction de la puissance motrice. C'est encore l'expérience qui nous apprend l'existence d'un seul équivalent mécanique de la chaleur.

» C'est précisément cette égalité de l'équivalent mécanique de la chaleur dans la transformation et dans la destruction de la puissance motrice qui permet de réduire à deux le nombre des équations algébriques suffisantes pour représenter trois principes expérimentaux distincts. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le transport électrique de la chaleur.* Note de M. L. **Houllevigue**, présentée par M. Lippmann.

« La différence de potentiel entre un corps conducteur et le fer n'a pas la même valeur suivant que ce dernier est aimanté ou neutre. C'est un fait qui résulte, entre autres, des expériences de Sir W. Thomson et de MM. Remsen, Rowland, Squier, Chassagny. Ceci posé, considérons un circuit formé par du fer et un autre conducteur non magnétique, du cuivre par exemple, et supposons les deux soudures fer-cuivre infiniment éloignées. La force électromotrice du système $Fe | Cu + Cu | Fe$ est nécessairement nulle. Mais, si l'on place un aimant au voisinage d'une des soudures, la différence de potentiel $Fe | Cu$ correspondante se modifie par suite de l'aimantation du fer, tandis qu'elle garde, à l'autre soudure, la même valeur. Le système devrait donc fonctionner comme pile, ce qui est impossible puisqu'il n'y a aucune absorption permanente d'énergie. Il est donc nécessaire que la variation de force électromotrice qui se produit à l'une des soudures du fait de l'aimantation ait, du même fait, une compensation dans le reste du circuit; cette compensation se produit nécessairement dans les parties magnétiques, et l'on doit admettre qu'elle consiste en une variation continue de potentiel entre les tranches inégalement aimantées.

» C'est ce résultat que j'ai cherché à vérifier expérimentalement par une méthode analogue à celle employée par Sir W. Thomson, c'est-à-dire en caractérisant ces variations continues de potentiel par des dégagements ou des absorptions de chaleur. La partie essentielle de l'appareil est une bande de fer doux de $0^m,01$ de large, $0^{mm},6$ d'épaisseur et $0^m,50$ de long, repliée en deux branches parallèles, qu'on fait traverser par un courant tandis qu'un aimant y produit les différences de potentiel qu'on cherche à caractériser.

» A cet effet, on emploie une pile thermo-électrique formée de 4 éléments bismuth-cuivre en fer à cheval. Les soudures d'un même côté portent des fentes qui se correspondent de manière à embrasser entièrement la lame de fer, les unes en amont du pôle formé par l'influence de l'aimant, les autres en aval.

» La pile thermo-électrique est reliée à un galvanomètre Thomson à double bobine, et sur le même circuit est une force électromotrice variable. La sensibilité du galvanomètre est telle que $\frac{1}{1000000}$ de Daniell, introduit dans son circuit, produit sur l'échelle une déviation de l'image lumineuse de 7 divisions.

» Dans ces conditions, si l'on fait passer un courant dans la lame de fer, on observe tout d'abord une déviation considérable et permanente (de 50 divisions environ) qui tient principalement à la différence des échauffements dus au terme $RI^2$ aux deux pôles de la pile thermo-électrique. Quand on vient à renverser le sens du courant qui traverse la lame, on observe d'abord une petite déviation (1 division environ), qui est instantanée et qui tient évidemment à une très légère modification du champ magnétique dans la région du galvanomètre par suite du renversement de courant; il a été impossible d'éviter ce phénomène, bien que le galvanomètre fût à $5^m$ du reste de l'appareil. Mais bientôt le galvanomètre prenait un déplacement lent, tout à fait distinct du précédent et qui atteignait en quelques minutes 3 divisions environ, après quoi l'aiguille restait au repos dans sa nouvelle position. C'est ce déplacement, très facile à suivre avec une loupe qui permet de distinguer le $\frac{1}{10}$ de division, qui révèle l'effet attendu; j'ai répété trois fois les expériences, et dans chacune d'elles renversé cinq ou six fois le sens du courant; j'ai trouvé toujours des résultats concordants. Toujours il y a dégagement de chaleur lorsque le courant va des régions neutres aux régions aimantées, et absorption de chaleur dans le cas contraire.

» Donc, entre deux tranches inégalement aimantées, il existe, du fait

de l'aimantation, une différence de potentiel en faveur de la tranche dont le magnétisme est le plus faible.

» Je me propose de préciser cette étude par celle de l'effet Peltier à la soudure du cuivre et du fer neutre ou aimanté ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés des oxydes de plomb.* Note de M. **A. Bonnet**.

« Lorsqu'on mordance du coton dans un plombate alcalin et qu'on lave à grande eau, il y a dissociation en faveur de la fibre qui se charge d'oxyde puce de plomb.

» Le pouvoir oxydant de ce corps amène la destruction plus ou moins grande de la fibre.

» Le même phénomène de dissociation se produit avec les plombites sans présenter l'inconvénient de l'oxydation, et l'oxyde blanc ainsi déposé jouit, en dehors des propriétés connues des composés du plomb, d'une série d'autres réactions. Le coton mordancé et immergé dans des bains de campêche, de sumac, de bois jaune et autres, forme immédiatement, surtout à chaud, une laque colorée : noire avec le campêche, jaune vert avec le sumac, jaune franc avec le bois jaune. Les tannins et les cachous sont vivement attirés.

» On peut aussi avec ce mordançage déposer sur tissu la plupart des oxydes métalliques en employant des bains appropriés. L'or, l'argent, le mercure, le vanadium, le manganèse, le chrome, le fer, le cobalt, le nickel, le zinc donnent des réactions très nettes, à condition d'opérer à chaud dans des dissolutions de sels neutres.

» Ces réactions sont tellement sensibles qu'il suffit, par exemple, de prendre un bain de permanganate de potasse à raison de $0^{gr},25$ par litre pour obtenir à 80°-90° un dépôt très bistré de bioxyde de manganèse. Des traces de vanadium dans du chlorure ammoniacal sont rendues manifestes et donnent un dépôt jaunâtre jouissant dans les sels d'amines aromatiques de propriétés très marquées.

» Ce déplacement des oxydes de différents sels s'explique par la formation de sels de plomb solubles à chaud. C'est ainsi que les chlorures de fer,

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Montpellier.

de cobalt, de nickel, de chrome sont décomposés à chaud et fournissent sur la fibre un dépôt d'oxyde correspondant, en même temps qu'il se forme dans le bain un chlorure de plomb soluble à chaud, mais précipité par le refroidissement. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la température intérieure du pain sortant du four.* Note de M. **Balland.**

« Dans une Note à l'Académie (*Comptes rendus* du 31 octobre 1892), résumant des expériences que je venais de terminer sur le pain et le biscuit, j'ai avancé que la température intérieure du pain sortant du four, généralement comprise entre 97° et 100°, ne dépasse pas cette dernière température. J'opérais sur des pains de $1^{kg}$, dont la croûte, à la sortie du four, était percée à l'aide d'un poinçon, de façon à faciliter l'entrée immédiate d'un thermomètre à mercure très sensibilisé.

» En apprenant mes résultats, M. Aimé Girard me fit connaître qu'au laboratoire des farines douze-marques de Paris, il avait obtenu, dans quelques cas, jusqu'à 101°, mais en plaçant des thermomètres à maxima ordinaires dans l'intérieur des pains avant leur cuisson.

» J'ai repris mes premières études dans les conditions indiquées par M. Aimé Girard en me servant de ses thermomètres et d'autres de moindre dimension, soigneusement contrôlés.

» Les expériences ont été faites au laboratoire central de l'administration de la guerre aux Invalides et à la manutention de Billy.

» *Laboratoire des Invalides.* — Le four dépendant du laboratoire d'expertises des farines est un four Biabaud pour $60^{kg}$ de pain, dont on ne se sert que quatre à cinq fois par semaine; il est muni d'un pyromètre Damaze à base de mica.

» *Première expérience.* — Avec deux pains semblables A et B de $750^{gr}$ (forme longue) laissés au four pendant quarante minutes. La température du four était de 300° à l'entrée du pain et de 265° à la sortie:

| | |
|---|---|
| A..................... | 100°,2 |
| B..................... | 99°,8 |

» *Deuxième expérience.* — Avec deux pains semblables, de même poids et de même forme; l'un, A, laissé au four pendant trente-deux minutes, et l'autre, B, pendant

une heure. La température du four était de 302° au moment de l'enfournement, de 275° à la sortie de A et de 225° à la sortie de B :

| | |
|---|---|
| A.... | 100°,8 |
| B.... | 101°,0 |

» *Troisième expérience.* — Avec deux pains semblables, de même poids et de même forme; l'un, A, laissé au four pendant vingt-huit minutes, et l'autre, B, pendant une heure. La température du four était de 294° au moment de l'enfournement, de 256° à la sortie de A et de 225° à la sortie de B :

| | |
|---|---|
| A.... | 101°,0 |
| B.... | 101°,0 |

» *Quatrième expérience.* — Avec deux pains semblables de 1500$^{gr}$ (forme longue); l'un, A, retiré du four après une heure quinze minutes et l'autre, B, après une heure vingt-cinq minutes :

| | |
|---|---|
| A.... | 99°,2 |
| B.... | 100°,6 |

» *Cinquième expérience.* — Avec deux pains semblables de 2$^{kg}$, retirés l'un et l'autre après une heure dix minutes d'exposition au four :

| | |
|---|---|
| A.... | 100°,8 |
| B.... | 100°,8 |

» *Sixième expérience.* — Avec de petits pains longs de 150$^{gr}$ à 200$^{gr}$, laissés au four pendant vingt à quarante minutes, la température a été comprise entre 100°,5 et 101°,5 : une fois elle s'est élevée à 105°, mais le réservoir du thermomètre était pris en partie dans la croûte.

» *Septième expérience.* — Avec des pains-galettes de même poids, la température n'a également dépassé 101°,5 que lorsque le thermomètre était encastré dans la croûte.

» *Manutention de Billy.* — Le four Lamoureux qui nous a servi peut cuire 270$^{kg}$ de pains; les fournées se succèdent sans interruptions nuit et jour. Il n'y a pas de pyromètre, mais la température n'est certainement pas inférieure à celle du four du laboratoire des Invalides.

» 1. Avec les pains de munition ordinaires (ronds, à quatre baisures, pesant 1500$^{gr}$ après quarante-cinq minutes de cuisson), on a obtenu de 100°,5 à 101°,5.

» 2. Avec trois pains semblables, mais sans baisures (par suite ne communiquant point entre eux au four), on a eu 102°, 102° et 103°,6. Dans le dernier cas, le réservoir du thermomètre touchait à la croûte inférieure.

» 3. Avec un pain de 750$^{gr}$, fait avec de la pâte non levée (pâte à biscuit), le thermomètre a marqué 101°.

» 4. Avec les biscuits de guerre (non percés de trous et d'une épaisseur de 15$^{mm}$ à 20$^{mm}$), les résultats sont incertains, le thermomètre étant influencé par le voisinage de la croûte. On a obtenu jusqu'à 110°.

» *Conclusions.* — On est autorisé à conclure de ces expériences, faites dans des fours différents, sur des pains et des galettes de poids et de forme variables, avec de la pâte levée ou non levée, que la température de la mie pendant la cuisson du pain atteint de 100° à 102° (1), celle de la croûte, qui ne peut se former à cette température, étant bien supérieure. Au delà de 100°, la vapeur d'eau emprisonnée dans la croûte se trouve maintenue sous une certaine pression; lorsque cette pression fait défaut par suite d'une fissure de la croûte, et c'était le cas dans nos premiers essais, la température ne dépasse pas 100°. »

EMBRYOLOGIE. — *Observations sur les phénomènes karyokinétiques dans les cellules du blastoderme des Téléostéens.* Note de MM. **E. Bataillon** et **R. Kœhler**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Dans une Communication précédente, nous avons exposé les résultats de nos recherches sur l'extension du blastoderme à la surface de l'œuf chez la Vandoise. Nous nous proposons aujourd'hui de faire connaître les phénomènes curieux que nous a présentés la division des cellules blastodermiques dans les premiers jours du développement embryonnaire.

» *Méthode.* — Avant d'aborder l'examen des résultats, nous devons dire quelques mots de la méthode qui nous a servi afin de bien préciser leur signification. Les embryons, dégagés de leur coque, ont été fixés à la liqueur de Flemming, et les coupes traitées de la manière suivante : elles ont été colorées par le bleu de méthylène boracique, puis passées à l'eau et très rapidement à une solution aqueuse, forte, d'éosine; finalement, elles ont été déshydratées et montées au baume.

» Considérons, par exemple, une coupe transversale de Vandoise quelques jours avant l'éclosion (huit jours après la fécondation). A un très faible grossissement, nous apercevons, soit dans les centres nerveux, soit dans les masses mésoblastiques, des taches bleues, tranchant sur le fond de la coupe nettement teinté en rouge. Avec un grossissement suffisant, nous constatons que ces taches bleues sont de belles figures de karyokinèse dont la chromatine montre à tous les états une élection d'une grande finesse

(1) M. Graham (*Chimie de la panification*) admet, sans autrement préciser, qu'à l'intérieur du pain, la chaleur ne dépasse *guère* 212° Fahrenheit; c'est-à-dire la température de l'eau bouillante.

pour le bleu de méthylène. Les granulations du noyau au repos sont colorées par l'éosine : seuls un ou deux grains parfaitement accusés réagissent, comme les parties chromatiques des figures de division et peuvent être regardés comme des nucléoles. Deux conclusions importantes se dégagent de ces observations.

» 1° *Le bleu de méthylène est, dans ces conditions, un véritable réactif de la chromatine en mouvement ;*

» 2° *A l'exception du ou des nucléoles, les granulations du noyau au repos n'ont pas la même réaction que la chromatine de division; elles doivent donc changer de composition chimique quand elles entrent dans la constitution du filament.*

» Nous ferons remarquer que si l'action de l'éosine est trop prolongée, ou si la décoloration à l'alcool est poussée trop loin, la teinte bleue disparaîtra complètement. Il y a là un artifice de préparation. Mais comme les résultats de cet artifice sont constants aux divers stades, sur des coupes nombreuses et sur des tissus différents, il doit correspondre à un état constant. La méthode que nous indiquons nous semble précieuse pour la technique cytologique, qui est du reste faite d'artifices.

» *Résultats.* — Appliquons cette méthode à l'étude de la division aux premiers stades du développement. Pendant tout le premier jour, les sphères blastodermiques qui se multiplient rapidement montrent tous les stades de la division indirecte. On voit dans ces cellules les rayons des asters s'étendre depuis le pourtour du noyau jusqu'à la membrane dans toute la masse du protoplasma. Ces asters sont simples ou doubles; on suit facilement toutes les étapes de la division des centrosomes et leur migration vers les pôles. Jusqu'au moment de l'apparition des fuseaux, les noyaux apparaissent comme des aréoles claires limitées par une mince membrane : non seulement les rares granulations qu'ils renferment ne sont pas colorées en bleu, mais la cavité nucléaire tranche par sa pâleur sur le fond violacé du protoplasma qui, à ce stade, semble fixer d'une façon diffuse à la fois le bleu de méthylène et l'éosine.

» Les fuseaux de division, dont les centrosomes seuls sont un peu plus colorés, ne contiennent ni grains ni bâtonnets chromatiques. Il faut observer, à la fin du premier jour, des blastodermes à 10 ou 12 rangées de cellules pour trouver, dans certaines karyokinèses, quelques grains bleus extrêmement fins qui constituent les premières plaques équatoriales. C'est du reste à ce stade que le protoplasma commence à montrer les particularités intéressantes sur lesquelles nous allons insister.

» A partir de la trente-sixième heure, la réaction du bleu de méthylène se produit constamment de la manière que nous avons indiquée plus haut.

» Notre double coloration fait donc ressortir nettement le fait signalé par MM. Henneguy et Sabatier, à savoir que les noyaux des premiers stades embryonnaires sont difficilement colorables; mais elle nous a permis en outre de reconnaître l'apparition, dans le protoplasma des cellules, d'éléments auxquels nous attribuons une grande importance, parce qu'ils nous paraissent donner la clef de cette particularité. Entre la vingt-quatrième et la trente-sixième heure, alors que quelques figures de division seulement présentent l'élection du bleu de méthylène, ce colorant marque énergiquement, dans le protoplasma cellulaire, des sphérules dont la teinte est d'autant plus foncée que leurs dimensions sont plus réduites. A de forts grossissements, on reconnaît que les sphérules les plus volumineuses différencient dans l'intérieur de leur masse plus pâle des grains plus petits, très foncés, qui sont éliminés dans le protoplasma ambiant. Dans des éléments voisins, on remarque que ces grains, soit isolés, soit disposés en séries, sont supportés par les filaments d'un aster : il semble que ceux-ci servent à les attirer, ou tout au moins à les diriger vers le milieu du fuseau pour fournir les éléments de la plaque équatoriale. Dès lors, toutes les cellules en division montreront, contrairement à ce qui s'observait dans les premières karyokinèses, des plaques équatoriales très distinctes et énergiquement colorées en bleu.

» Nous ne croyons pas que l'existence de ces grains chromophiles, représentant l'état le plus jeune sous lequel la substance chromatique se manifeste dans les cellules, ait déjà été signalée. Dans un travail sur le développement des Poissons osseux, Miecz. von Kovalevsky représente dans le protoplasma des cellules blastodermiques des granulations qu'on peut rapprocher de celles que nous décrivons, mais qu'il désigne sous le nom de *granulations vitellines*. Les recherches de ce naturaliste ayant été faites sur d'autres matériaux et à l'aide de méthodes différentes des nôtres, il ne nous est pas possible de discuter l'interprétation qu'il donne de ces éléments. Nous ferons seulement observer, et nous insistons sur ce fait, que dans nos meilleures préparations où les grains chromophiles sont colorés d'une manière intense par le bleu, le vitellus est parfaitement décoloré et qu'il est impossible de considérer ces grains comme des éléments vitellins, le bleu de méthylène se portant uniquement sur la chromatine en mouvement, ainsi que nous l'avons dit.

» CONCLUSIONS. — 1° *Aux premiers stades du développement chez la Vandoise, les cellules blastodermiques ne présentent point de chromatine individualisée et les figures karyokinétiques sont exclusivement formées d'éléments achromatiques.* Ce fait important vient à l'appui de l'opinion que les recherches les plus récentes tendent à faire prévaloir, que dans la cellule le rôle essentiel n'appartient pas à la chromatine, comme on le croyait autrefois, mais doit être attribué plutôt aux centrosomes.

» 2° *La chromatine existe d'abord à l'état diffus dans le protoplasma, ainsi que quelques auteurs l'ont indiqué. Elle se différencie et s'individualise dans ce protoplasma, sous forme de granulations colorables, puis elle s'incorpore aux noyaux pour constituer les plaques équatoriales qui font défaut aux premiers stades.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la germination du Ricin.* Note de M. LECLERC DU SABLON.

« J'ai étudié, au point de vue chimique, quelques-unes des modifications qui se produisent dans la plantule et l'albumen de la graine de Ricin pendant la germination. La composition chimique de la graine à l'état de repos est connue dans ses grandes lignes; d'après M. Husemann, cette graine renferme environ 6 pour 100 d'eau, 19 pour 100 de matières azotées, 66 pour 100 d'huile, 3 pour 100 de matières non azotées solubles, 2 pour 100 de bois et 3 pour 100 de cendres. Mes observations ont surtout porté sur les variations de la teneur en huile, en acides gras et en glucose. J'ai déterminé les différents stades de la germination par la longueur de la radicule; on sait, en effet, que la nature des phénomènes chimiques qu'on peut observer dans une graine en voie de germination est en rapport avec l'état du développement de la plantule plutôt qu'avec la durée de la germination.

» Le Tableau suivant montre comment la teneur en huile diminue dans l'albumen aussi bien que dans la plantule à mesure que la radicule s'allonge. La première colonne verticale indique la longueur de la radicule, au moment où l'analyse a été faite; la seconde colonne indique le poids de matière sèche employée; l'albumen et la plantule ont été analysés séparément, et les nombres se rapportant aux plantules et aux albumens des mêmes graines se trouvent rapprochés; la troisième colonne donne les quantités d'huile extraites de la matière sèche; les nombres qui se trouvent

dans cette colonne sont supérieurs, surtout pour le début de la germination, à ceux qui ont été donnés par M. Fleury [1]; enfin la quatrième colonne, déduite de la deuxième et de la troisième, indique la quantité d'huile contenue dans 100 parties de matière sèche :

| Longueur de la radicule. | Poids de la matière sèche. | Huile. | Huile pour 100 de matière sèche. | |
|---|---|---|---|---|
| cm | gr | gr | | |
| 0 ...... | 2,980 | 2,054 | 69 | Albumen et plantule |
| 0,7 .... | 1,910 | 1,280 | 67 | Albumen |
| | 0,166 | 0,076 | 45 | Plantule |
| 1,3 .... | 2,069 | 1,223 | 59 | Albumen |
| | 0,189 | 0,038 | 20 | Plantule |
| 4 ...... | 3,020 | 1,344 | 44 | Albumen |
| | 0,636 | 0,113 | 17 | Plantule |
| 5 ...... | 1,836 | 0,667 | 36 | Albumen |
| | 0,589 | 0,080 | 13 | Plantule |
| 6 ...... | 1,297 | 0,310 | 24 | Albumen |
| | 0,662 | 0,061 | 9 | Plantule |
| 8 ...... | 1,615 | 0,364 | 22 | Albumen |
| | 0,830 | 0,070 | 8 | Plantule |
| 10 ...... | 1,228 | 0,253 | 20 | Albumen |
| | 0,680 | 0,066 | 9 | Plantule |
| 12 ...... | 1,261 | 0,135 | 11 | Albumen |
| | 0,840 | 0,060 | 7 | Plantule |

» On voit que dans l'albumen la teneur en huile diminue constamment et s'abaisse jusqu'à environ 10 pour 100 vers la fin de la période germinative, c'est-à-dire lorsque les cotylédons sortent de l'albumen. Le Tableau montre aussi que la plantule renferme d'abord beaucoup d'huile, comme M. Mesnard l'a récemment montré par ses observations micrographiques, mais que la teneur en huile s'y abaisse rapidement et demeure voisine de 8 pour 100.

» Pendant la germination, les graines de Ricin renferment des acides gras; je les ai dosés en neutralisant avec de la soude titrée l'ensemble des corps gras extraits. La proportion d'acide gras augmente, d'ailleurs assez irrégulièrement, à mesure que la germination s'avance. Ainsi, pour l'albumen, la quantité de soude nécessaire pour neutraliser les corps gras est d'environ 0,1 pour 100 parties de matière sèche analysée, au début de la

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IV.

germination; à la fin de la germination, la proportion s'élève à plus de 0,5 pour 100, ce qui est assez considérable si l'on tient compte de l'équivalent élevé de l'acide gras de l'huile de Ricin ($C^{36}H^{34}O^{6}$). Dans la plantule, la proportion d'acide gras passe par un maximum lorsque la radicule a un peu moins d'un centimètre de longueur; pour neutraliser, il faut alors employer environ 0,7 pour 100 de soude. Mes recherches ne m'ont pas permis de déterminer avec certitude la présence de la glycérine. Si donc les corps gras sont saponifiés, la totalité de la glycérine et la plus grande partie des acides gras entrent immédiatement dans de nouvelles combinaisons.

» Le glucose, ou plus exactement les sucres qui réduisent la liqueur de Fehling n'existent dans la graine de Ricin non germée qu'en quantité très faible; c'est à peine si l'on en trouve 0,4 pour 100. Dans les graines en germination, la proportion de sucre réducteur augmente rapidement, comme le montre le Tableau suivant se rapportant seulement à l'albumen de la graine.

| Longueur de la radicule. | Poids de la matière sèche. | Glucose. | Glucose pour 100 de matière sèche. |
|---|---|---|---|
| cm | cm | gr | |
| 0,00 | 2,302 | 0,010 | 0,4 |
| 1,5 | 1,953 | 0,064 | 3 |
| 2 | 1,784 | 0,130 | 7 |
| 4 | 2,000 | 0,210 | 10 |
| 8 | 1,615 | 0,222 | 13 |
| 10 | 1,228 | 0,175 | 14 |

» Si, au lieu de considérer l'albumen seul, on considère l'ensemble de l'albumen et de la plantule, on trouve une proportion de glucose plus considérable qui peut atteindre jusqu'à 20 pour 100. D'après ces résultats, il est naturel de supposer, comme on le fait ordinairement, que le glucose provient plus ou moins directement de la transformation de l'huile. Si d'ailleurs on considère la somme de l'huile et du glucose renfermés dans une graine, on voit que cette somme diminue constamment à mesure que la germination s'avance, ce qui montre bien que, dans ce cas encore, le glucose n'est qu'une forme transitoire et assimilable des matières de réserve.

» J'ai répété avec l'albumen germant isolément les mêmes dosages qu'avec l'albumen uni à la plantule. En me servant pour les germinations d'une étuve à température constante et en comparant après des temps

égaux les albumens isolés aux albumens des graines entières, j'ai constaté que la teneur en huile diminuait plus rapidement dans les albumens isolés. Ainsi, au bout de cinq jours de séjour dans l'étuve, les albumens isolés ne contiennent que 44 pour 100 d'huile alors que les albumens des graines entières en ont au moins 55 pour 100; au bout de neuf jours, les albumens isolés renferment 20 pour 100 d'huile et les albumens des graines entières 32 pour 100, et ainsi de suite. La proportion de glucose augmente d'abord plus rapidement dans les albumens isolés que dans les albumens germant normalement, puis elle passe par un maximum (10 pour 100) vers le septième jour et diminue ensuite. Le glucose est alors sans doute mis de nouveau en réserve et sert à former différents composés et notamment de l'amidon, dont M. Van Tieghem a depuis longtemps signalé la présence.

» Dans un Mémoire plus étendu j'indiquerai en détail les méthodes d'analyse que j'ai suivies, ainsi que les résultats que j'ai obtenus avec d'autres graines. »

VITICULTURE. — *Un nouvel ennemi de la vigne :* Blanyulus guttulatus *Fabr.* Note de M. **Fontaine**.

« Le 27 avril dernier, je faisais planter dans un terrain d'alluvions sableuses de la Loire, situé entre Varades et la Gare, préalablement défoncé à une profondeur moyenne de $0^m,55$, des boutures non enracinées de vignes américaines des variétés : *Riparia, Rupestris, Vialla-Solonis, Jacquez*.

» Afin d'éviter tout dessèchement de la plante, chaque bouture avait été fortement buttée jusqu'au-dessus de l'œil supérieur. Le terrain était, au moment de la plantation, des mieux préparés, et les précautions prises faisaient espérer un succès complet.

» Un mois après, environ, quelques bourgeons seulement s'étaient développés de-ci de-là, dans la pépinière, mais ce jeune plantier ne débourrait, en général, que fort irrégulièrement.

» Je fis déchausser les plants pour les examiner en détail.

» Les bourgeons des sujets qui n'avaient pas encore donné signe de vie étaient envahis, entourés, de petits myriapodes au nombre de cinq, six et quelquefois dix par bourgeon, formant ainsi de véritables boules de la grosseur d'un petit pois. Ceux de la partie véritablement souterraine étaient également attaqués.

» Quelques jeunes pousses avaient reçu la visite de ces dévastateurs et

des galeries de plusieurs centimètres de longueur étaient creusées à l'intérieur du rameau herbacé.

» Je fis visiter tous les plants et ramasser le plus grand nombre possible d'insectes. Je pus, de la sorte, sauver les deux tiers de ma plantation.

» Je dois à l'obligeance de M. le Dr F. Henneguy, le professeur d'Embryogénie comparée au Collège de France, la détermination de ce myriapode : c'est une Blanyule (*Blanyulus guttulatus* Fabr.).

» Cette bestiole, très nuisible aux fraisiers, aux salades et aux plantes délicates, n'avait jamais été signalée comme s'attaquant à la vigne.

» Le sol dans lequel elle a commis ses déprédations est éminemment propre à la culture des plants greffés. Bon nombre de pépiniéristes ont déjà fait des plantations de ce genre dans la vallée de la Loire, et à bref délai beaucoup de terrains d'alluvions sableuses analogues à ceux de la pépinière de Varades seront utilisés pour cet objet. Le buttage des greffes étant une façon culturale indispensable, les bourgeons seront à la merci de la Blanyule.

» M. le Dr Henneguy croit qu'on peut se débarrasser de cet insecte au moyen d'un arrosage avec une solution de sulfocarbonate de potassium. Il serait peut-être aussi bon de sulfurer énergiquement le terrain avant la plantation.

» Quoi qu'il en soit, et en raison de l'intérêt qui s'attache à cette découverte, je prends la liberté d'adresser à l'Académie cette Communication. Dans la crise actuelle que subit la Viticulture française, il est bon, je crois, que les vignerons connaissent tous les ennemis contre lesquels ils ont à lutter. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur quelques phénomènes relatifs au mouvement de la mer près de Bonifacio.* Note de M. **Nicol**, transmise par M. de Jonquières.

« ... Je profite de l'occasion pour vous donner les renseignements que j'ai observés sur la marée de samedi soir à *Bonifacio*. Le 23 septembre, vers $9^h 30^m$ du soir, nous revenions d'une promenade sur la route d'Ajaccio; en arrivant derrière l'*Hamelin*, au fond du port, nous remarquâmes que la mer était extrêmement basse. Continuant notre route pour rentrer à bord, nous fûmes extraordinairement surpris de voir que $300^m$ plus loin, au petit môle où était accosté le torpilleur 134, la mer était au contraire très haute

et couvrait en partie le quai qu'elle avait envahi; il ne s'est pas écoulé plus de quatre minutes entre ces deux observations. Continuant notre route vers l'ouest, notre stupéfaction fut encore plus grande en voyant que, $150^m$ plus loin, derrière le torpilleur 126, la mer était basse, moins de deux minutes après la deuxième observation. Revenant au petit môle, nous y trouvâmes encore la mer basse, à $0^m,35$ au-dessous de la bordure du quai; nous stationnions en cet endroit depuis deux minutes, quand la mer se mit à monter rapidement et envahit de nouveau le quai; elle resta étale pendant une minute, puis redescendit à $0^m,45$ au-dessous de la bordure du quai, en moins de deux ou trois minutes. Tous ces mouvements se sont accomplis sans houle apparente et sans qu'aucune lame déferlât sur la berge; c'était comme un soulèvement uniforme de toute la masse d'eau contenue dans le port. »

M. **Chavée-Leroy** adresse une Note « Sur la température du moût de vin pendant la fermentation ».

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 2 octobre 1893.

(*Suite.*)

*Rapport sur les triangulations*, présenté à la dixième Conférence générale à Bruxelles, en 1892, par M. le général A. Ferrero; 1 vol. in-4°.

*Observations publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande. Observations météorologiques faites à Helsingfors en* 1884, 1885, 1886, 1890 *et* 1891. 3 vol. gr. in-4°.

*Memorias presentadas en congresos internacionales que se reunieron en España durante las fiestas del IV centenario del descubrimento de America, en*

1892, por SOLEDAD ACOSTA DE SAMPER. Chartres, imprenta de Durand, 1893; 1 vol. in-4°.

*A History of the theory of elasticity and of the strength of materials from Galilei to the present time,* by the late ISAAC TODHUNTER, D. S. C., F. R. S.; edited and completed for the syndics of the University Press by KARL PEARSON, M. A. Vol. II. Part. I, II. Cambridge, 1893; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq.)

*Philosophical Transactions of the royal Society of London* (A, B) *for the year MDCCCXCII,* t. 183. London, MDCCCXCIII; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 OCTOBRE 1893.

*Conservatoire des Arts et Métiers. — Conférences publiques sur la Photographie,* organisées en 1891-1892 par le Directeur de l'établissement. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

*Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord, pendant l'année* 1892, présenté à M. le Préfet du Nord par M. THIBAUT, secrétaire général. N° LI. Lille, Danel, 1893; 1 vol. in-8°.

*Dénombrement des étrangers en France. Résultats statistiques du dénombrement de* 1891. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Proceedings and transactions of the royal Society of Canada for the year* 1892. Volume X. Ottawa, 1893; 1 vol. in-4°.

*Ninth annual Report of the agricultural Experiment station of the University of Wisconsin for the year ending june* 30, 1892. Madison, Wisconsin, 1893; 1 vol. in-8°.

*Automatisches Microtom nach prof. Dr* Minot, von E. ZIMMERMANN. Leipzig; 1 br. in-12.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SEANCE DU LUNDI 23 OCTOBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Tisserand**, en présentant à l'Académie le Tome III de son « Traité de Mécanique céleste », s'exprime en ces termes :

« Dans le cadre que je m'étais tracé primitivement, ce Traité devait comprendre trois Volumes; mais, après la publication des deux premiers, il restait encore tant de sujets importants que la nécessité d'un quatrième Volume apparut avec évidence.

» Dans ces conditions, j'ai pensé qu'il valait mieux consacrer le Tome III uniquement à la Théorie de la Lune. Aucun problème de Philosophie naturelle n'a provoqué autant d'efforts depuis deux siècles. Les

noms des plus grands géomètres et astronomes y sont attachés pour toujours : Newton, Clairaut, d'Alembert, Euler, Laplace, Damoiseau, Plana, Poisson, Lubbock, de Pontécoulant, Hansen, Delaunay, Newcomb, Gyldén, Hill, Adams, ....

» J'ai voulu donner un Tableau de toutes ces recherches, cherchant à rester clair, malgré la concision qui m'était imposée. Il n'est pas inutile de rappeler les travaux anciens, quand ils émanent d'hommes de génie ; plus d'une tentative récente vient se souder aux essais antérieurs, et se trouve ainsi mieux mise en lumière.

» Après tant d'efforts consacrés à la solution pratique d'un cas spécial du Problème des trois corps, cette solution laisse malheureusement encore quelque chose à désirer. Déjà, à l'époque de Clairaut, la gravitation paraissait impuissante à expliquer le mouvement du périgée. Elle triomphera encore du dernier obstacle qui subsiste aujourd'hui, mais il reste à faire une belle découverte.

» Il ne faudrait pas toutefois s'exagérer l'importance du désaccord final entre la théorie et l'observation. Il consiste simplement en ce que, dans l'intervalle de deux siècles environ, la Lune s'écarte progressivement de la position calculée, sans que la différence dépasse une seconde de temps.

» Je tiens à exprimer ici mes remerciements à notre Confrère M. Callandreau et à M. Radau qui m'ont prêté leur précieux concours (le Chapitre XVIII est la reproduction presque textuelle d'un beau Mémoire de M. Radau), et aux éditeurs, MM. Gauthier-Villars et fils, qui ont donné tous leurs soins à l'exécution typographique de ce Volume. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1893, *octobre* 16), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* L. Picard. Note de M. **G. Rayet**.

Comète Brooks (1893, octobre 16).

| Dates 1893. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. | Étoiles. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | | | | |
| Oct. 19..... | 16.56. 7,0 | 12.25.19,98 | $-\bar{1},640$ | 75°.15′.34″,4 | $-0,766$ | 1 | L. Picart |
| 20..... | 16.42.23,6 | 12.26.36,87 | $-\bar{1},640$ | 74.34.55,1 | $-0,771$ | 2 | G. Rayet |

*Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1893,0.*

| Étoiles. | Catalogues et autorités. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.... | Observations de Bonn, t. VI + 15° n° 2467 | 12ʰ22ᵐ18ˢ,95 | +0ˢ,98 | 75°9′12″,1 | +9″,18 |
| 2... | Weisse$_2$, H. XII, n$^{os}$ 471, 472, 473, 474 | 12.24.23,05 | +0,99 | 74.44.33,6 | +9,48 |

» La comète offre l'apparence d'une nébulosité d'environ 3′ de diamètre, avec noyau de 9ᵉ grandeur, prolongée par une queue qui atteint 20′ de longueur et dont les bords sont sensiblement plus brillants que le centre. Cette dernière apparence est surtout visible sur une photographie obtenue le 20, au matin, par M. F. Courty; la pose a été de trente-trois minutes.

» A l'aide de l'observation faite le 17 à Hambourg et des deux observations précédentes de Bordeaux, M. F. Kromm, calculateur à l'observatoire, a obtenu pour la comète de Brooks les éléments paraboliques et l'éphéméride suivante :

*Éléments de la comète de Brooks (1893, octobre 16).*

T........... Octobre 8,4522. Temps moyen de Paris.

☊.......... 178°49′9″ ⎫
$i$........... 135.14.10 ⎬ Équinoxe moyen de 1893,0
ω........... 24.59.16 ⎭
log $q$........ $\bar{1}$,9453

*Éphéméride de la comète de Brooks pour minuit, temps moyen de Paris.*

| Date. | Ascension droite. | Déclinaison. | Log Δ. | Log $r$. |
|---|---|---|---|---|
| 1893. Octobre 20..... | 12ʰ26ᵐ23ˢ | +15°16′,6 | 0,1985 | $\bar{1}$,9584 |
| » 22..... | 29.18 | 16.39,6 | | |
| » 24..... | 32.14 | 18. 6,2 | 0,1776 | $\bar{1}$,9680 |
| » 26..... | 35.29 | 19.36,9 | | |
| » 28..... | 38.59 | 21.12,0 | 0,1547 | $\bar{1}$,9796 |
| » 30..... | 42.47 | 22.51,9 | | |
| 1893. Novembre 1..... | 46.55 | 24.36,9 | 0,1301 | $\bar{1}$,9928 |

M. G. **Rayet** fait hommage à l'Académie d'une Notice qu'il vient de publier sur la vie et les travaux de *J.-J.-B. Abria*, Correspondant de l'Académie.

## MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les mouvements de la surface du cœur.* Note de M. **Potain**.

« L'étude des mouvements de la surface du cœur semblait n'avoir plus aucun intérêt, depuis que les méthodes de Chauveau et Marey avaient permis d'explorer les fonctions de cet organe dans ses cavités mêmes. L'auteur a été conduit cependant à reprendre cette étude, pour en obtenir l'interprétation des bruits cardiopulmonaires que la clinique lui avait fait connaître; bruits qui résultent des mouvements communiqués au poumon par le cœur, et des phénomènes inspiratoires localisés que ces mouvements produisent.

» Les mouvements de la surface du cœur ont été explorés, avec le concours du Dr François-Franck, sur un animal à poitrine ouverte, à l'aide d'un dispositif instrumental particulier imaginé par l'auteur et qui a permis de recueillir à la fois, dans chacun des points de la surface, les déplacements qui ont lieu suivant chacune des directions de l'espace.

» Les éléments ainsi obtenus ont servi à déterminer, à l'aide d'une construction spéciale mise sous les yeux de l'Académie, la trajectoire exacte du mouvement pour chacun des points explorés. Ces trajectoires, divisées en dixièmes de révolution et reportées sur une coupe de la surface du cœur supposée faite suivant un plan perpendiculaire à l'axe, montrent non seulement l'amplitude et la direction du mouvement, mais aussi sa vitesse, qui se trouve indiquée à chacun des moments de la course par l'écart variable des points qui marquent les dixièmes.

» Le mouvement longitudinal qui se produit suivant le plan parallèle à la surface a été négligé pour cette double raison : qu'il a relativement très peu d'amplitude, et que, étant parallèle à la surface, il ne produit qu'une sorte de glissement sans influence possible sur les bruits anormaux dont l'interprétation a été le sujet principal de ces recherches.

» Ces trajectoires ont été déterminées en cinq points différents de la surface accessible des ventricules : au niveau de la partie la plus élevée de

l'infundibulum du ventricule droit; à la partie moyenne de la face antérieure du ventricule gauche; à la partie moyenne et à la base du ventricule droit; à la pointe. Le mouvement général qu'elles indiquent est, pendant la systole, un retrait rapide de la surface et une translation non moins rapide vers la droite; c'est-à-dire le mouvement de torsion tant de fois indiqué. La pointe fait exception, en ce sens que le retrait se produit seulement à la fin de la systole. Elle n'éprouve pas de projection, comme on l'a dit; mais elle garde son niveau, pendant que le reste de la paroi se déprime. Au début de la diastole, toute la paroi s'affaisse soudain, en raison de sa flaccidité subite; puis elle se relève, lentement d'abord, sous l'influence de l'afflux progressif du sang dans les cavités; rapidement ensuite, quand vient la systole de l'oreillette.

» Si l'on compare les caractères de ces trajectoires avec ceux des souffles anorganiques qu'on entend chez l'homme et souvent aussi chez les animaux, on trouve : 1° que leur *amplitude* est prédominante là précisément où ces bruits se font le plus souvent entendre et avec le plus d'intensité, c'est-à-dire au-devant de l'infundibulum et de la face antérieure du ventricule gauche; 2° que leur *direction* est, dans ces points-là, particulièrement propre à produire sur le poumon une aspiration vive pendant la systole, attendu qu'elle est exactement normale au plan de sa face profonde; tandis que, dans les points où des bruits de ce genre ne se produisent habituellement pas, elle lui est presque parallèle et ne détermine guère qu'une sorte de glissement; 3° que le rythme du bruit est lui-même en rapport avec les variations de la vitesse du mouvement. Là où le bruit est sensiblement continu, le mouvement systolique est de vitesse égale; au-devant du ventricule gauche, au contraire, où le bruit est presque toujours mésosystolique, c'est-à-dire où il n'occupe que la partie moyenne de la systole, la partie moyenne du mouvement seule est rapide et capable de produire le souffle, la première et la dernière sont lentes et aphones. Enfin à la pointe, où l'on entend surtout deux sortes de souffles, les uns en dedans, les autres en dehors d'elle, les premiers, qu'on entend en général seulement à la fin de la systole, sont en rapport avec le retrait rapide qui, en cet endroit, a lieu seulement en ce moment; les autres, qui sont exactement systoliques, résultent d'un mouvement de translation rapide vers la droite, qui fait le vide à gauche et qui est lui-même exactement synchrone avec la systole.

» L'accord précis et rigoureux jusque dans ses moindres détails que ces recherches ont établi, entre les mouvements extérieurs du cœur et les

bruits anorganiques qui les accompagnent, ne laisse plus aucun doute sur le mécanisme de ces derniers, mécanisme que les observations cliniques avaient permis à l'auteur de préciser déjà. L'application à la clinique des merveilleuses méthodes de Marey donne ainsi la solution définitive d'un problème singulièrement obscur et difficile apparemment, puisqu'il avait provoqué les interprétations les plus discordantes, après avoir désespéré l'auteur même de l'auscultation. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Abel Duveau** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire accompagné de figures et intitulé « Bateaux-pompes atmosphériques, pour élévation de rivières ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Sarrau.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois brochures de M. *E. Fédoroff*, imprimées en langue russe, et portant pour titres : « La symétrie sur un plan » ; « La symétrie des systèmes réguliers des figures » et « Question sur le minimum des surfaces dans la théorie de la symétrie ». (Présenté par M. Hermite.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks* (1893, *oct.* 16), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. **G. Bigourdan**, communiquées par M. Tisserand.

| Dates 1893. | Étoiles de comparaison. | Comète — Étoile. ΔR. | Comète — Étoile. ΔDécl. | Nombre de compar. |
|---|---|---|---|---|
| Octobre 18...... | *a* 2503 BD + 14° | +1.26,07 (m s) | +2.56,7 (′ ″) | 12 : 8 |
| 18...... | *b* 2509 BD + 14 | −1. 5,15 | +1.38,8 | 12 : 8 |
| 19...... | *c* 2502 BD + 14 | +3.49,33 | +6.11,8 | 3 : 2 |
| 19...... | *c* 2508 BD + 14 | +1. 3,80 | +1.21,6 | 15 : 10 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1893. | Étoiles. | Ascension droite moyenne 1893,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1893,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | | | |
| Octobre 18.... | *a* | 12.22.34,05 | +0,96 | +14°. 2'.19",8 | −8",9 | Bonn. B. VI |
| 18.... | *b* | 12.25. 3,8 | +0,96 | +14. 3.16 | −8,9 | B. D. |
| 19.... | *c* | 12.21.28,42 | +0,98 | +14.38.15,8 | −9,2 | Yarnall (5286) |
| 19.... | *d* | 12.24.13,3 | +0,98 | +14.43.18 | −9,2 | B. D. |

*Positions apparentes de la comète.*

| Dates 1893. | Temps moyen de Paris. | Asc. droite apparente. | Log. fact. parall. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parall. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | | |
| Octobre 18... | 17. 5.53 | 12.24. 1,08 | $\bar{1},599_n$ | +14°. 5'. 7",6 | 0,795 |
| 18... | 17. 5.53 | 12.23.59,6 | $\bar{1},599_n$ | +14. 4.46 | 0,795 |
| 19... | 16.56.27 | 12.25.18,73 | $\bar{1},599_n$ | +14.44.18,4 | 0,791 |
| 19... | 17.10.43 | 12.25.18,1 | $\bar{1},598_n$ | +14.44.30 | 0,789 |

» *Remarques.* — Les positions des étoiles *b* et *d* ne sont qu'approximatives : c'est ce qui produit des discordances apparentes dans les coordonnées conclues de la comète.

» Oct. 18. La comète est une nébulosité ronde, de 1',5 à 2' de diamètre, plus brillante au centre, à partir duquel l'éclat décroît graduellement. Cette partie centrale forme un noyau de grandeur 9-10 qui ne se détache pas nettement. La comète a une queue opposée au Soleil, relativement brillante, et qu'on a aperçue un instant sur environ 5' de longueur. D'ailleurs la comète est peu élevée au moment où commence le crépuscule, de sorte qu'elle n'a pu être examinée dans de bonnes conditions, quoique le ciel fût beau.

» Oct. 19. La brume de l'horizon affaiblit fortement la comète et l'on ne voit pas de queue. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines familles de cubiques gauches.* Note de M. **Lelieuvre**, présentée par M. Darboux.

« Soit une cubique gauche G ; ses plans osculateurs enveloppent une développable Γ de troisième classe ; G et Γ constituent ce que nous appelons l'*ensemble* GΓ.

» Nous nous sommes proposé la recherche des familles de pareils ensembles, dépendant d'un paramètre *u*, qui possèdent la propriété d'être

*divisés homographiquement* par leurs conjugués, en entendant par là que, si l'on exprime les coordonnées d'un point de G et de son plan osculateur en ce point, rationnellement (et d'une façon univoque) avec un paramètre $t$, l'équation différentielle entre $t$ et $u$ qui détermine les lignes conjuguées des cubiques G ou les développables conjuguées des développables $\Gamma$ est réductible à une équation de Riccati. La famille des développables $\Theta$ circonscrites le long de chaque cubique G, à la surface S engendrée par ces cubiques quand $u$ varie, et celle des lignes T suivant lesquelles chaque développable $\Gamma$ touche la surface $\Sigma$ qu'elle enveloppe en même temps, ont alors la même propriété.

» Soit

$$\Delta\, dt + \Delta'\, du = 0$$

l'équation différentielle des conjuguées, transformée de façon que $\Delta$ soit un polynôme entier en $t$ du sixième degré, et $\Delta'$ un autre du huitième. Il faut et il suffit que $\Delta$ divise $\Delta'$. Or une méthode indiquée antérieurement [1] montre que, pour que $\Delta$ et $\Delta'$ aient une racine commune $t = t_0$ ($t_0$ fonction de $u$), il faut et il suffit, ou que le point $t = t_0$ de la cubique G engendre, quand $u$ varie, une *enveloppe de ces cubiques* (pouvant se réduire à un point), ou que le plan tangent $t = t_0$ à $\Gamma$ engendre une *enveloppe des développables* $\Gamma$ (pouvant être un plan fixe). Nous appelons *enveloppe* $E_m^n$ *de l'ensemble* G$\Gamma$, *de l'ordre* $k$, une telle enveloppe qui abaisse de $m$ unités la classe de $\Theta$, de $n$ unités le degré de T, et qui est telle que $t = t_0$ soit racine commune de $\Delta$ et $\Delta'$, à la multiplicité $k$. Les entiers $m$, $n$, $k$ dépendent de la nature de cette enveloppe et de ses conditions de contact avec G ou $\Gamma$. Par exemple, une enveloppe à laquelle G reste tangente sans avoir même plan osculateur qu'elle est une enveloppe $E_1^0$ de multiplicité 1; si le plan osculateur devient commun, on a $m$ et $n \geq 1$, $k \geq 2$; cela a lieu si l'enveloppe est une droite, etc.

» On peut alors : 1° chercher quelles pareilles enveloppes peut et doit posséder l'ensemble variable (G$\Gamma$) pour que la condition demandée soit remplie; 2° tenter la détermination de pareils ensembles.

» Voici les résultats généraux obtenus :

» 1° Les ensembles cherchés peuvent se diviser en quatre groupes :

» *Premier groupe.* — La développable $\Theta$ est un cône de deuxième classe. Si T est du sixième degré, l'ensemble G$\Gamma$ a une enveloppe $E_1^1$ d'ordre 2, quatre enveloppes $E_1^0$ d'ordre 1. Les surfaces S sont polaires réciproques

---

[1] *Comptes rendus*, novembre 1891.

des surfaces S′, déjà signalées ([1]), qu'on engendre par une conique tangente en chaque point d'une enveloppe, dans le plan osculateur à l'enveloppe en ce point. Le degré de T peut d'ailleurs s'abaisser à 5, 4, 3, 2 par la présence d'enveloppes pour lesquelles l'un des nombres $m$ ou $n$ au moins dépasse 1. Nous n'énumérerons pas ici ces cas particuliers.

» *Deuxième groupe.* — La développable Θ est de troisième classe. Si T est du cinquième degré, ou bien l'ensemble GΓ possède une enveloppe $E_2^2$ d'ordre 4 et deux $E_1^0$ d'ordre 1, ou bien il possède deux $E_1^1$ d'ordre 2, deux $E_1^0$ d'ordre 1; dans cette dernière catégorie se placent les enveloppes de quadriques de raccordement d'une surface gauche dépendant d'un paramètre $u$, et dont les génératrices cubiques ont la propriété demandée. Le degré de T peut s'abaisser à 4, 3, 2.

» *Troisième groupe.* — Θ est de quatrième classe; les cas généraux où le degré de T est 4 sont trop nombreux pour être énumérés ici. Signalons seulement celui où GΓ possède trois $E_0^1$ et trois $E_1^0$, d'ordre 1; Θ est alors un cône et T une quartique polaire.

» *Quatrième groupe.* — Il est formé des ensembles G′Γ′, polaires réciproques des précédents.

» 2° Réservant la solution générale de la question, nous remarquerons seulement ici que nous savons déjà déterminer les surfaces S quand Θ est un cône, comme polaires réciproques de surfaces S′ lieux de lignes rationnelles planes ([2]). On peut aussi obtenir géométriquement des solutions particulières en se donnant d'avance certaines enveloppes des cubiques G; exemples : familles de cubiques ayant deux points fixes ainsi que la tangente et le plan osculateur en chacun d'eux (deux $E_2^2$ d'ordre 3), ou encore deux points (deux $E_1^0$ d'ordre 1) et deux tangentes fixes (deux $E_1^1$ d'ordre 2). Ces solutions appartiennent au troisième groupe. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'interprétation cinétique de la fonction de dissipation.* Note de M. **Ladislas Natanson**, présentée par M. Poincaré.

« Reprenons l'équation (5) de ma Communication précédente en supposant, pour simplifier, qu'on puisse considérer l'énergie intérieure des

---

([1]) *Comptes rendus*, décembre 1889.

([2]) *Ibid.*, octobre 1890.

molécules $h$ comme négligeable ou, plus généralement, comme constante. L'énergie moléculaire du fluide $\varepsilon$ et son énergie apparente $k$, c'est-à-dire celle que l'on considère en Hydrodynamique, auront les valeurs suivantes :

$$\varepsilon = \tfrac{1}{2}\int\int\int \rho\left(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2}\right) dx\,dy\,dz; \qquad k = \tfrac{1}{2}\int\int\int \rho\left(u^2 + v^2 + w^2\right) dx\,dy\,dz.$$

» Nous supposons le fluide contenu dans un volume V auquel s'étendent les intégrations indiquées.

» Reprenons l'équation (94) de Maxwell [*On the Dynamical Theory of Gases* (*Scient. Papers*, vol. II, p. 51)] convenablement corrigée.

» Négligeons-y les termes qui se rapportent à la conduction de la chaleur et posons, pour abréger,

$$\frac{du}{dx} = a, \qquad \frac{dv}{dy} = b, \qquad \frac{dw}{dz} = c;$$
$$\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy} = \mathrm{A}, \qquad \frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz} = \mathrm{B}, \qquad \frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx} = \mathrm{C};$$

l'équation deviendra

$$(1)\quad \tfrac{1}{2}\rho\frac{\partial}{\partial t}\left(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2}\right) + \rho\overline{\xi^2}a + \rho\overline{\eta^2}b + \rho\overline{\zeta^2}c + \rho\overline{\eta\zeta}\mathrm{A} + \rho\overline{\zeta\xi}\mathrm{B} + \rho\overline{\xi\eta}\mathrm{C} = 0.$$

» Ajoutons au premier membre

$$\tfrac{1}{2}\left(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2}\right)\frac{\partial\rho}{\partial t} + \tfrac{1}{2}\rho'\left(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2}\right)\left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}\right),$$

ensuite développons $\frac{\partial}{\partial t}\left[\frac{1}{2}\rho\left(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\xi^2}\right)\right]$ et, enfin, dans l'équation ainsi obtenue, faisons l'intégration par rapport à $dx\,dy\,dz$, en l'étendant au volume occupé par le fluide. Nous aurons

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{d\varepsilon}{dt} + \tfrac{1}{2}\displaystyle\int\int \rho\left(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2}\right)(lu + mv + mw)\,d\mathrm{S} \\ \quad + \displaystyle\int\int\int\left(\rho\overline{\xi^2}a + \rho\overline{\eta^2}b + \rho\overline{\zeta^2}c + \rho\overline{\eta\zeta}\mathrm{A} + \rho\overline{\zeta\xi}\mathrm{B} + \rho\overline{\xi\eta}\mathrm{C}\right) dx\,dy\,dz = 0. \end{cases}$$

» Si le fluide ne peut pas franchir la surface $s$ du volume qu'il occupe, le second terme à gauche disparaît. Admettons-le et appliquons à l'équation (3) de ma Note précédente la même transformation que celle qui vient d'être indiquée; nous trouverons

$$\frac{dk}{dt} - \int\int\int\left(\rho\overline{\xi^2}a + \rho\overline{\eta^2}b + \rho\overline{\zeta^2}c + \rho\overline{\eta\zeta}\mathrm{A} + \rho\overline{\zeta\xi}\mathrm{B} + \rho\overline{\xi\eta}\mathrm{C}\right) dx\,dy\,dz$$
$$= \int\int\int \rho(u\mathrm{X} + v\mathrm{Y} + w\mathrm{Z})\,dx\,dy\,dz,$$

c'est-à-dire, en tenant compte d'une autre équation de Maxwell,

$$(3) \qquad \frac{dk}{dt} = -\frac{d\varepsilon}{dt} + \iiint \rho(uX + vY + wZ)\,dx\,dy\,dz.$$

Ainsi, la variation de l'énergie apparente est due en partie à l'action des forces extérieures; une autre partie de cette variation $\left(\text{nous la désigne-rons par } \frac{d'k}{dt}\right)$ résulte de ce que l'énergie interne ou moléculaire et l'énergie apparente sont susceptibles de se transformer l'une dans l'autre.

» Convenons de définir les symboles $p$, $\theta$ et F par les équations

$$3p = \rho\overline{\xi^2} + \rho\overline{\eta^2} + \rho\overline{\zeta^2}, \qquad \theta = a + b + c;$$

$$\begin{aligned} F &= (p - \rho\overline{\xi^2})a + (p - \rho\overline{\eta^2})b + (p - \rho\overline{\zeta^2})c - \rho\overline{\eta\zeta}A - \rho\overline{\zeta\xi}B - \rho\overline{\xi\eta}C \\ &= -\rho\overline{\xi^2}(a - \tfrac{1}{3}\theta) - \rho\overline{\eta^2}(b - \tfrac{1}{3}\theta) - \rho\overline{\zeta^2}(c - \tfrac{1}{3}\theta) - \rho\overline{\eta\zeta}A - \rho\overline{\zeta\xi}B - \rho\overline{\xi\eta}C \\ &= (p - \rho\overline{\xi^2})(a - \tfrac{1}{3}\theta) + (p - \rho\overline{\eta^2})(b - \tfrac{1}{3}\theta) + (p - \rho\overline{\zeta^2})(c - \tfrac{1}{3}\theta) - \rho\overline{\eta\zeta}A - \rho\overline{\zeta\xi}B - \rho\overline{\xi\eta}C; \end{aligned}$$

la valeur de $-\frac{d\varepsilon}{dt}$ ou de $\frac{d'k}{dt}$ s'écrira

$$(4) \qquad -\frac{d\varepsilon}{dt} = +\frac{d'k}{dt} = \iiint (p\theta - F)\,dx\,dy\,dz.$$

Par conséquent, l'énergie moléculaire du fluide change de valeur, en premier lieu, par suite du travail ordinaire de la pression; mais, en outre, grâce à la perturbation apportée à l'état normal du fluide, et notamment grâce à l'inégalité des pressions normales entre elles et à l'existence des pressions tangentielles, il y a production ou consommation d'énergie moléculaire, en quantité F par unité de temps et de volume. Dans le cas où la perturbation n'est point très violente, on parvient facilement, en posant $Q = (u + \xi)^2$ et $Q = (u + \xi)(v + \eta)$ dans l'équation fondamentale, aux relations

$$\frac{\Delta}{\Delta t}(p - \rho\overline{\xi^2}) = -2p(a - \tfrac{1}{3}\theta, \qquad \frac{\Delta}{\Delta t}(\rho\overline{\eta\zeta}) = pA,$$

et l'on trouve de même les équations relatives à $p - \rho\overline{\eta^2}$, $p - \rho\overline{\zeta^2}$, à $\rho\overline{\zeta\xi}$ et $\rho\overline{\xi\eta}$. Il vient alors

$$F = -\frac{1}{4p}\frac{\Delta}{\Delta t}\left[(p - \rho\overline{\xi^2})^2 + (p - \rho\overline{\eta^2})^2 + (p - \rho\overline{\zeta^2})^2 + 2(\rho\overline{\eta\zeta})^2 + 2(\rho\overline{\zeta\xi})^2 + 2(\rho\overline{\xi\eta})^2\right].$$

Cette formule nous apprend que le sens dans lequel s'effectue la transformation d'énergie représentée par le terme F est lié aux lois des chocs moléculaires. Si les chocs sont de nature à faire disparaître, au sein du

fluide, la perturbation qu'une influence étrangère y a provoquée, l'énergie du mouvement visible se convertit nécessairement, dans tous les cas, en énergie moléculaire, et la transformation en sens inverse est impossible. Cependant, pour démontrer qu'il en est réellement ainsi dans tous les fluides de la nature, notre méthode de raisonnement cinématique se trouve insuffisante. Rapportons-nous, par conséquent, aux équations

$$p - \rho\overline{\xi^2} = 2\mu(a - \tfrac{1}{3}\theta), \qquad p - \rho\overline{\eta^2} = 2\mu(b - \tfrac{1}{3}\theta), \qquad p - \rho\overline{\zeta^2} = 2\mu(c - \tfrac{1}{3}\theta),$$
$$\rho\overline{\eta\zeta} = -\mu A, \qquad \rho\overline{\zeta\xi} = -\mu B, \qquad \rho\overline{\zeta\xi} = -\mu C,$$

auxquelles parvient Maxwell moyennant une hypothèse bien connue, relative aux lois du choc, et qui se confondent du reste avec les formules de Poisson et de Sir G.-G. Stokes. (Le coefficient de viscosité y est désigné par $\mu$.) Nous aurons

$$\begin{aligned} F &= \frac{1}{\mu}\left[\tfrac{1}{2}(p - \rho\overline{\xi^2})^2 + \tfrac{1}{2}(p - \rho\overline{\eta^2})^2 + \tfrac{1}{2}(p - \rho\overline{\zeta^2})^2 + (\rho\overline{\eta\zeta})^2 + (\rho\overline{\zeta\xi})^2 + (\rho\overline{\xi\eta})^2\right] \\ &= \mu\left[2(a - \tfrac{1}{3}\theta)^2 + 2(b - \tfrac{1}{3}\theta)^2 + 2(c - \tfrac{1}{3}\theta)^2 + A^2 + B^2 + C^2\right] \\ &= \frac{1}{\mu}\left[\tfrac{1}{6}(\rho\overline{\eta^2} - \rho\overline{\zeta^2})^2 + \tfrac{1}{6}(\rho\overline{\zeta^2} - \rho\overline{\xi^2})^2 + \tfrac{1}{6}(\rho\overline{\xi^2} - \rho\overline{\eta^2})^2 + (\rho\overline{\eta\zeta})^2 + (\rho\overline{\zeta\xi})^2 + (\rho\overline{\xi\eta})^2\right] \\ &= \mu\left[\tfrac{2}{3}(b - c)^2 + \tfrac{2}{3}(c - a)^2 + \tfrac{2}{3}(a - b)^2 + A^2 + B^2 + C^2\right], \end{aligned}$$

et de ces égalités on conclut que la fonction F ne peut jamais devenir négative. On trouve encore

$$F = \mu(2a^2 + 2b^2 + 2c^2 - \tfrac{2}{3}\theta^2 + A^2 + B^2 + C^2),$$

c'est sous cette forme qu'a été donnée la fonction F par Lord Rayleigh qui lui assigne le nom de *fonction de dissipation*. En effet, comme on vient de le voir, lorsque $a$, $b$, $c$, A, B, C changent de signe, le terme $p\theta$ en change aussi, tandis que F ne change pas. Le premier correspond donc à un phénomène réversible, le second à un phénomène irréversible, à la transformation de l'énergie apparente en énergie interne, c'est-à-dire en chaleur; cette transformation se produit toujours, quelle que soit la nature de la perturbation que nous imposons au fluide. On a ainsi l'exemple d'un système purement dynamique qui réalise en plein le phénomène de la *dissipation de l'énergie*, phénomène reconnu universel par la science de la Thermodynamique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil de cuivre, à l'aide d'une méthode indépendante de toute théorie.* Note de M. R. **Blondlot**, présentée par M. Poincaré.

« Deux condensateurs tout pareils, A et A′ (*fig.* 17), sont formés l'un et l'autre d'un verre de lampe à gaz, garni intérieurement et extérieurement de feuilles d'étain; chacune des deux armatures externes est scindée en deux parties annulaires, isolées l'une de l'autre, $a$ et $a_1$ pour l'un des condensateurs, $a'$ et $a'_1$ pour l'autre. Les armatures internes sont reliées respectivement aux pôles d'une bobine d'induction, et les boules $b$ et $b'$ qui les terminent laissent entre elles un intervalle de $6^{mm}$ à $8^{mm}$. De $a$ et $a'$ partent deux fils courts en laiton, terminés par des pointes $p$ et $p'$, distantes de $\frac{1}{2}$ millimètre environ; la droite $pp'$ est horizontale. De $a_1$ et $a'_1$ partent deux fils $a_1 cp$ et $a'_1 c'p'$ ayant chacun $1029^m$ de longueur et aboutissant aux mêmes pointes $p$ et $p'$ que les précédents.

» Lorsque la bobine fonctionne, les deux condensateurs se chargent, grâce à deux cordes mouillées, figurées par des traits ponctués, qui permettent le passage de l'électricité de chaque armature extérieure à l'autre. La décharge survient brusquement, par une étincelle qui éclate entre les boules $b$ et $b'$; à ce moment, les charges des armatures externes deviennent libres et une différence de potentiel prend subitement naissance, entre $a$ et $a'$ d'une part et entre $a_1$ et $a'_1$ d'autre part; les cordes mouillées ne jouent cette fois aucun rôle, à cause de l'extrême rapidité des phénomènes.

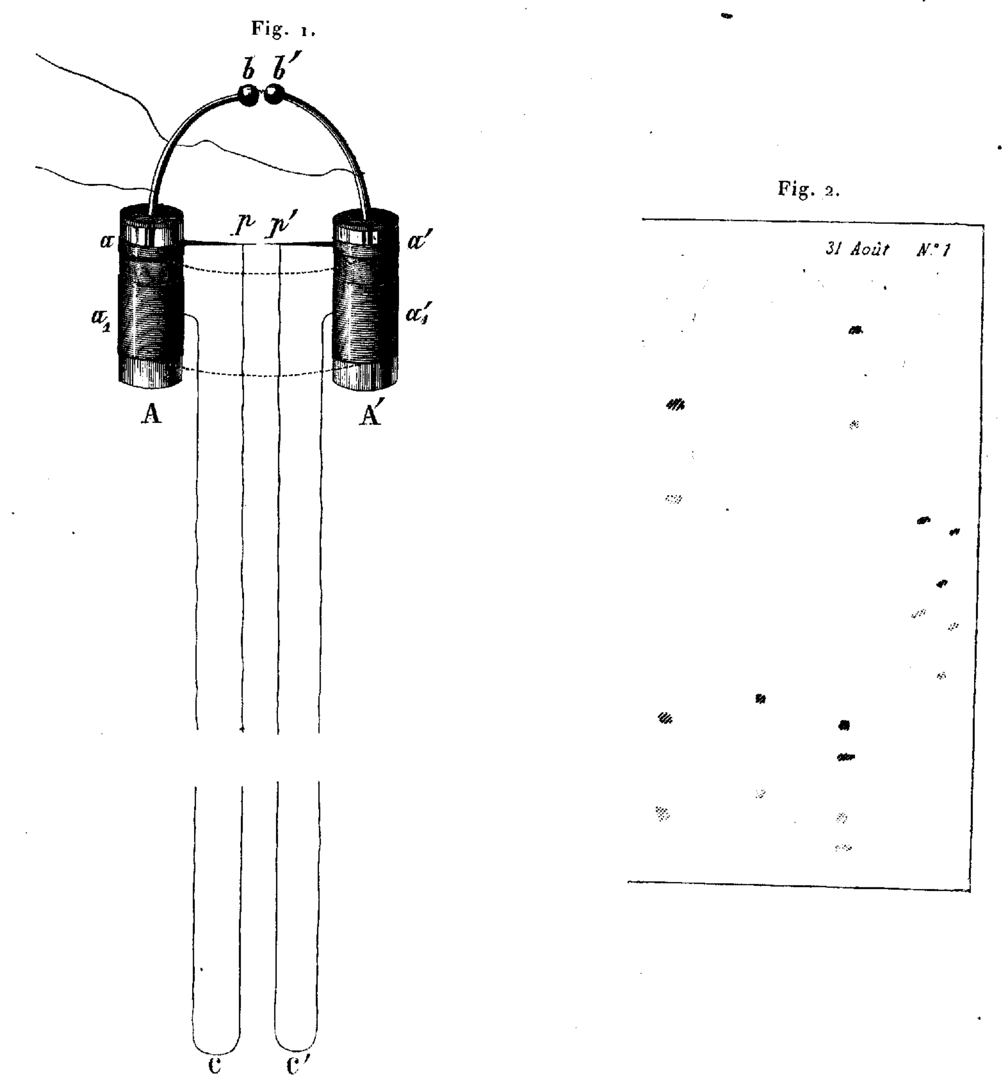
» Les armatures $a$ et $a'$ se déchargent aussitôt mutuellement par une étincelle entre les points $p$ et $p'$.

» De même, les armatures $a_1$ et $a'_1$, reliées aux mêmes pointes par les longs fils $a_1 cp$, $a'_1 c'p'$, se déchargent par une étincelle entre $p$ et $p'$, mais, cette fois, l'étincelle n'éclate qu'après que la perturbation originelle a parcouru, en suivant les longs fils $a_1 cp$, $a'_1 c'p'$, un chemin de $1029^m$.

» On a ainsi, entre les pointes $p$ et $p'$, deux étincelles successives, séparées par le temps qu'une perturbation électromagnétique emploie pour parcourir un chemin de $1029^m$ le long du fil de cuivre; pour déterminer la vitesse de cette propagation, il suffit de mesurer l'intervalle de temps qui s'écoule entre les deux étincelles. A cet effet, concentrons la lumière

de l'étincelle à l'aide d'un miroir concave mobile autour d'un axe parallèle à $pp'$ et recevons sur un écran vertical l'image de l'étincelle; lorsque le miroir est mis en rotation rapide, l'image se dédouble, et il est aisé, con-

Fig. 1. Fig. 2.




naissant la vitesse de rotation du miroir, la distance de celui-ci à l'écran et l'écartement des deux images, d'en déduire l'intervalle de temps qui s'est écoulé entre les deux étincelles.

» En substituant à l'écran une plaque sensible, j'obtiens deux images photographiques dont je mesure après coup l'écartement.

» Le miroir est mis en rotation par une machine de Gramme à aimants permanents actionnée par 28 éléments au bichromate; la vitesse de rotation se détermine à l'aide du son d'axe; les nombres de tours par seconde étaient compris entre 233 et 309.

» La ligne est formée de fils de cuivre dit *de haute conductibilité*, ayant 3$^{mm}$ de diamètre; ils sont fixés aux poteaux de la ligne téléphonique qui joint la Préfecture de Nancy à l'Asile de Maréville.

» En faisant fonctionner d'une manière continue la bobine d'induction, il arrive toujours qu'au bout de quelques minutes des images viennent se former sur la plaque.

» La *fig*. 2 ci-jointe représente une portion d'une plaque photographique sur laquelle l'expérience a été répétée neuf fois; à chacune des expériences isolées correspondent deux images (négatives) placées sur une même verticale : l'image supérieure est celle de l'étincelle du court circuit; l'image inférieure, plus faible, celle du long circuit [1].

» Pour déterminer l'écartement de ces deux images, je trace dans chacune d'elles un trait horizontal médian, puis je mesure la distance des deux traits à l'aide d'une machine à diviser.

» Le Tableau suivant contient les résultats de quinze expériences réparties sur cinq plaques photographiques :

| | | | | Kilomètre par seconde. |
|---|---|---|---|---|
| Première plaque, | moyenne de | 4 | expériences....... | 302,9 |
| Deuxième plaque, | » | 4 | » ....... | 298,0 |
| Troisième plaque, | » | 3 | » ....... | 293,2 |
| Quatrième plaque, | » | 2 | » ....... | 295,9 |
| Cinquième plaque, | » | 2 | » ....... | 292,1 |
| | Moyenne................. | | | 296,4 |

» Une série d'expériences faites sur une ligne ayant une longueur de 1821$^{m}$,4, c'est-à-dire presque double de la première, a donné les résultats suivants :

| | Kilomètre par seconde. |
|---|---|
| Première plaque................................ | 297,5 |
| Deuxième plaque................................ | 298,5 |
| Troisième plaque................................ | 298,0 |
| Moyenne................. | 298,0 |

[1] Afin de diminuer cette différence d'éclat des deux images, j'ai fait les anneaux des armatures externes beaucoup plus étroits pour le court circuit que pour le long.

» L'égalité des valeurs de la vitesse obtenue avec les deux lignes de longueur différente montre que le mouvement de propagation est bien uniforme. Le nombre trouvé s'accorde parfaitement avec celui que j'avais obtenu précédemment par une autre méthode (1); les expériences décrites dans la précédente Note ont l'avantage capital d'être indépendante, non seulement de toute théorie, mais même de l'existence d'oscillations et d'ondulations électromagnétiques.

» MM. Fizeau et Gounelle ont trouvé pour la vitesse dans les fils de cuivre 177 700$^{km}$ par seconde (2). Toutefois, il n'y a pas désaccord entre ce résultat et le mien : dans les expériences de MM. Fizeau et Gounelle, en effet, le contact entre l'origine du fil et la source se prolongeait pendant $\frac{1}{324}$ de seconde et, par suite, la perturbation, pénétrant dans l'intérieur des fils, devait, d'après la théorie, avoir une vitesse de propagation apparente beaucoup plus lente que dans mes expériences, où elle est produite par la décharge d'une batterie de très petite capacité et, par conséquent, a une durée extrêmement courte, de l'ordre du $\frac{1}{100000000}$ de seconde (3). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyse d'une houille vanadifère.* Note de M. A. **Mourlot**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note parue au *Chemical News*, 28 octobre 1892, M. John J.-J. Kyle, de l'Université de Buenos-Ayres, a donné l'analyse d'une houille vanadifère, trouvée près la tour de San Raphael, province de Mendozza, République Argentine.

» Nous avons eu en notre possession un échantillon d'une houille analogue, que nous devons à l'obligeance de M. Heeren.

» Cette houille est remarquable par sa faible densité qui varie de 1,15 à 1,20; elle possède un aspect gras, une surface souvent arrondie et brillante, sans aucune texture cristalline; elle tache les doigts et laisse une tache grise sur le papier. Abandonnée dans le vide sur l'anhydride phosphorique, elle perd 0,6 pour 100 de son poids. A l'é-

(1) *Comptes rendus.*

(2) *Ibid.*, t. XXX, p. 437; 1850.

(3) J'adresse ici mes sincères remerciements à M. Corsigny, ingénieur des Postes et Télégraphes, à M. le Directeur de l'asile de Maréville, qui ont facilité l'installation de mes expériences, ainsi qu'à mes aides dévoués MM. J. Colin et M. Dufour, dont l'habile et zélé concours m'a permis de les mener à bonne fin.

tuve, vers 120°, la perte est d'environ 2 pour 100. Une première analyse nous a donné les chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| Matières volatiles... | 51,52 |
| Coke.............. | 47,85 |
| Cendres........... | 0,63 |

» L'analyse élémentaire a été faite par les méthodes habituelles; l'azote a été dosé en volume.

» Les nombres obtenus diffèrent notablement de ceux de M. J.-J. Kyle, ce qui peut tenir à un défaut d'homogénéité de ce curieux combustible. L'hydrogène est beaucoup plus faible, 5 pour 100 environ au lieu de 9 pour 100. Le carbone et l'azote sont en plus grande quantité.

| | 1re analyse. | 2e analyse. | 3e analyse. |
|---|---|---|---|
| Carbone............. | 84,9 | 85,2 | 85,0 |
| Hydrogène........... | 4,9 | 4,6 | 4,7 |
| Azote................ | 1,8 | 1,6 | 1,62 |

» Cette houille est surtout intéressante par la présence, dans ses cendres, d'une forte proportion d'acide vanadique sous forme de vanadates alcalins et métalliques. Un simple traitement de ces cendres par l'ammoniaque nous permet d'extraire une notable partie de l'acide vanadique qu'elles renferment. Du reste, l'acide vanadique préexiste dans cette houille, puisqu'il est possible de l'en extraire par lavage à l'eau ammoniacale.

» Nous avons fait l'analyse des cendres qualitativement et quantitativemen .

» Nous retrouvons ici, avec de légères modifications, les résultats de M. Kyle. Toutefois, au moyen de l'analyse spectrale, qui n'avait pas été employée par M. Kyle, nous avons établi la présence, dans les cendres, des trois métaux alcalino-terreux : calcium, strontium, baryum.

» L'analyse quantitative nous a, en résumé, indiqué dans les cendres de cette houille l'existence des composés suivants :

» 1° Partie soluble dans l'eau : acide vanadique, acide sulfurique, calcium, potassium, sodium avec traces de chlorures;

» 2° Partie soluble dans l'acide chlorhydrique : acide vanadique, acide phosphorique, acide sulfurique, alumine, fer, calcium avec traces de manganèse, de strontium et de baryum;

» 3° Partie insoluble dans les acides : silice, alumine, fer, magnésie avec traces de calcium.

*Analyse quantitative des cendres.*

| Partie soluble dans les acides. | | Partie insoluble dans les acides. | |
|---|---|---|---|
| Acide vanadique | 38,5 | Silice | 13,6 |
| Acide sulfurique | 12,1 | Alumine | 5,5 |
| Acide phosphorique | 0,8 | Sesquioxyde de fer | 9,4 |
| Sesquioxyde de fer | 4,1 | Magnésie | 0,9 |
| Alumine | 4 | | |
| Chaux | 8,44 | | |
| Oxyde de potassium | 1,8 | | |
| | 69,74 | | 29,4 |

» Ces nombres établissent que la houille remise par M. Heeren renferme 0,24 pour 100 d'acide vanadique, et que les cendres en contiennent 38,5 pour 100.

» Nous sommes donc en présence d'un véritable minerai de vanadium; l'abondance de ces bancs de houille ayant été bien établie, on peut espérer que, si les propriétés du métal le permettent, l'industrie en pourra tirer de nouvelles applications. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le parfum de la violette.* Note de MM. **Ferd. Tiemann** et **P. Krüger**, présentée par M. Friedel.

« Les sources naturelles les plus connues du parfum de violette ont été, jusqu'à présent, la fleur fraîche de la violette et la racine sèche de l'iris. Depuis bientôt dix ans nous avons travaillé à isoler l'individu chimique auquel est due cette odeur, à le caractériser scientifiquement, à en faire l'analyse et ensuite à le reproduire synthétiquement ([1]).

» En raison des difficultés que présente le traitement des fleurs de violette, nous avons pris la racine d'iris comme point de départ de nos recherches analytiques. Voici les résultats auxquels nous sommes arrivés jusqu'ici.

» Le principe odorant de l'iris est une cétone ayant pour formule $C^{13}H^{20}O$, que nous appellerons *irone*. On peut l'isoler en procédant de la manière suivante :

» On soumet à la distillation dans un fort courant de vapeur d'eau l'extrait obtenu

([1]) Manipuler dans un laboratoire les quantités de plantes nécessaires à l'obtention des corps servant de matières premières pour ces recherches était chose impossible. MM. de Laire et C[ie], à Paris, et MM. Haarmann et Reimer, à Holzminden, ont mis à notre disposition les moyens industriels dont ils disposent, et nos travaux se sont continués dans leurs laboratoires et leurs usines.

en épuisant par l'éther la racine d'iris; on entraîne ainsi un mélange composé principalement des corps suivants :

» 1° Acide myristique, acide oléique et autres acides gras.

» 2° Les éthers méthyliques de ces acides.

» 3° Des traces d'aldéhyde oléique.

» 4° Quelques substances neutres en quantités infimes.

» 5° L'irone.

» On dissout ce mélange dans l'alcool et l'on ajoute une solution alcoolique d'hydrate de potasse pour former les sels de potasse des acides libres et saponifier les éthers. Après quelques instants, on verse dans l'eau, on reprend les huiles neutres dans l'éther et l'on évapore cet éther. Le résidu ainsi obtenu est distillé dans un courant de vapeur d'eau.

» L'irone passe avec les premiers corps entraînés, et, en répétant cette opération plusieurs fois, on obtient un produit qui donne les réactions caractéristiques des cétones, mais qui contient encore de petites quantités d'aldéhydes (aldéhyde oléique) et d'autres impuretés.

» Le produit est chauffé avec de l'oxyde d'argent et de l'eau pour enlever les aldéhydes, et l'irone séparée est transformée en son hydrazone en laissant en présence, pendant plusieurs jours, des parties équimoléculaires d'irone brute et de phénylhydrazine. On distille alors la masse dans un courant de vapeur d'eau pour enlever l'excès de l'hydrazine et les autres impuretés, et à la substance huileuse qui reste dans la cornue on ajoute de l'acide sulfurique dilué; après quoi on distille à nouveau pour avoir le corps pur.

» L'irone est une huile facilement soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, etc. Sous une pression de 16mm, elle bout à 144°. Son poids spécifique est 0,939 et son indice de réfraction $n_D = 1,50113$.

» Elle est dextrogyre; elle forme une oxime cristallisée qui fond à 121°,5. Sous l'action de l'acide iodhydrique, elle se transforme en un hydrocarbure $C^{13}H^{18}$, que nous appellerons *irène*.

» Ce carbure distille, sous une pression de 9mm, à 113°-115°; son poids spécifique est 0,9402 et son indice de réfraction $n_D = 1,5274$.

» Avec le temps, cette substance se résinifie à l'air; elle forme facilement des produits d'addition avec le brome, et l'acide nitrique la transforme en corps nitré ayant l'odeur musquée qui caractérise les cymènes nitrés.

» L'irène, par l'action des oxydants, donne comme produit final un acide ayant pour formule $C^{12}H^{12}O^6$ que nous appelons *acide ionirégène-tricarboxylique*. Cet acide, chauffé à 150°, se transforme, par élimination d'eau, en un anhydride qui bout à 224°.

» L'acide ionirégène-tricarboxylique est le dérivé carboxylique de l'acide diméthylhomophtalique.

» Comme produits intermédiaires on obtient les corps suivants :

» 1° Trioxydéhydroirène $C^{13}H^{16}O^3$ fondant à 154°-155°;

» 2° L'acide irégénone-dicarboxylique $C^{13}H^{14}O^5$ fondant à 227°;

» 3° L'acide irégénone-tricarboxylique $C^{13}H^{12}O^7$ fondant à 227°.

» *Essais synthétiques.* — Dans l'essence de citron et dans celle d'*Andro-*

*pogon citratus* (citronelle de l'Inde) se trouve une aldéhyde, le citral :

$$\overset{1}{CH^3}.\overset{2}{\underset{\displaystyle CH^3}{CH}}.\overset{3}{CH^2}.\overset{4}{CH}:\overset{5}{CH}.\overset{6}{\underset{\displaystyle CH^3}{C}}:\overset{7}{CH}.\overset{8}{COH}.$$

» Cette aldéhyde se condense, sous l'action des alcalis, avec l'acétone en une cétone $C^{13}H^{20}O$ que nous appellerons *pseudo-ionone*.

» C'est un corps facilement altérable par les agents chimiques énergiques, bouillant à 143°-145°, sous une pression de 12mm. Sa densité est de 0,9044 et son indice de réfraction $n_D = 1,5275$. Son odeur est spéciale, mais pas très caractérisée.

» Par l'action des acides dilués, elle se transforme en une cétone isomérique, l'*ionone*.

» L'ionone pure répond à la formule $C^{13}H^{20}O$ et distille sous une pression de 16mm à 126°-128°; son poids spécifique est 0,9351 et son indice de réfraction $n_D = 1507$. Son odeur est celle de la violette en fleur.

» Soumise à l'action de l'acide iodhydrique, à une température assez élevée, l'*ionone* perd de l'eau et donne un hydrocarbure $C^{13}H^{18}$ que nous désignerons sous le nom de *ionène*. Par l'action successive d'oxydants faibles d'abord, puis plus énergiques, il se transforme dans l'acide ionirégène-tricarboxylique que nous venons de décrire ci-dessus.

» Comme produits intermédiaires, on obtient, au courant de ces oxydations :

» 1° L'acide ionegénogonique $C^{13}H^{14}O^3$ fondant à 237°;

» 2° L'acide ionegénone-tricarboxylique $C^{13}H^{12}O^7$ fondant à 207°-208°;

» 3° L'ionegénolide $C^{12}H^{14}O^3$ fondant à 175°;

» 4° L'acide ionégène-dicarboxylique $C^{12}H^{14}O^4$ fondant à 130°-131° en se transformant en un anhydride de la formule $C^{12}H^{12}O^3$ qui fond à 105°.

» Les cétones isomériques irone et ionone donnent, comme on voit, par élimination d'eau des hydrocarbures isomériques de la formule $C^{13}H^{18}$ qui fournissent sous l'influence des oxydants les mêmes produits finaux *acide ionirégène-tricarboxylique*.

» Les produits intermédiaires obtenus au courant de ces procédés d'oxydation sont différents; ils dérivent de deux hydrocarbures isomériques, encore hypothétiques, que nous pourrions appeler le *déhydroirène* et le *déhydroionène*, auxquels on devrait attribuer les formules que l'on trouvera dans le Tableau ci-après.

» L'isomérie des corps décrits et la formation par l'oxydation de pro-

duits intermédiaires différents s'expliquent par l'examen de ce Tableau.

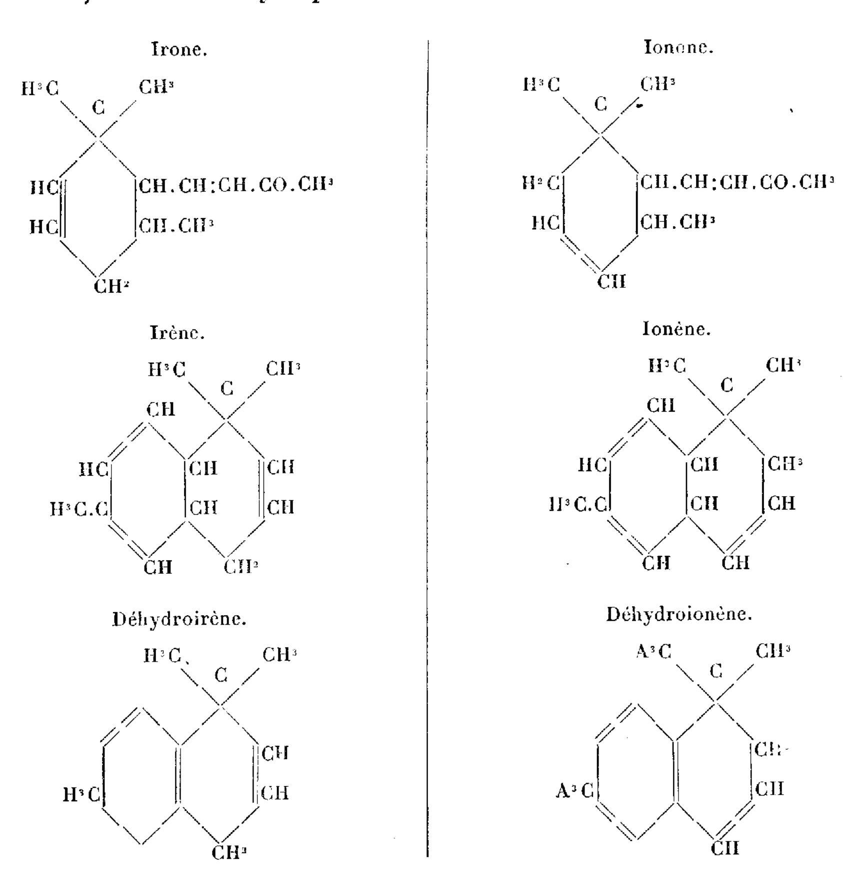
» Nous faisons seulement remarquer que la pseudo-ionone est une cétone de la série grasse et de la formule

$$\overset{1}{CH^3}.\underset{\substack{|\\ CH^3}}{\overset{2}{CH}}.\overset{3}{CH^2}.\overset{4}{CH}.\overset{5}{CH}.\underset{\substack{|\\ CH^3}}{\overset{6}{C}}:\overset{7}{CH}.\overset{8}{CH}.\overset{9}{CH}.\overset{10}{CO}.\overset{11}{CH^3}.$$

» Par addition des éléments d'une molécule d'eau sur 6 et 7, il se forme un corps instable, de la formule

$$\overset{1}{CH^3}.\underset{\substack{|\\ CH^3}}{\overset{2}{CH}}.\overset{3}{CH^2}.\overset{4}{CH}:\overset{5}{CH}.\underset{\substack{|\\ CH^3}}{\overset{6}{CH}}.\underset{\substack{|\\ OH}}{\overset{7}{CH}}.\overset{8}{CH}:\overset{9}{CH}.\overset{10}{CO}.\overset{11}{CH^3},$$

et ce corps instable se transforme aussitôt par suite d'élimination d'eau entre 2 et 7 en ionone cyclique.



Trioxydéhydroirène.

$H^3C$ C $CH^3$

$H^3C$ CH.OH CH.OH

CO

Acide irégénone-dicarboxylique.

$H^3C$ $CH^3$

$\underbrace{H^3C}$-$C^6H^3$ C (1) $CO^2H$

$\underbrace{CO}_{2}$-$CO^2H$

Acide irégénone-tricarboxylique.

$H^3C$ $CH^3$

$\underbrace{HO^2C}_{4}$-$C^6H^3$ C (1) $CO^2H$

$\underbrace{CO}_{2}$-$CO^2H$

Acide ionegénogonique.

$H^3C$ $CH^3$

$H^3C$ CH.$CO^2H$ CO

Acide ionegène-dicarboxylique.

$H^3C$ $CH^3$

$H^3C$-$C^6H^3$ C $CO^2H$

$\underbrace{CO^2H}_{2}$

Ionegénolide.

$H^3C$ $CH^3$

$\underbrace{H^3C}_{4}$-$C^6H^3$ C (1) CH-OH

$\underbrace{CO}_{2}$ O

Acide ionirégène-tricarboxylique.

$H^3C$ $CH^3$

$\underbrace{HO^2C}_{4}$-$C^6H^3$ C (1) $CO^2H$

$\underbrace{CO^2H}_{2}$

Acide ionégénone-tricarboxylique.

$H^3C$ $CH^3$

$\underbrace{HO^2C}_{4}$-$C^6H^3$ C (1) CO-$CO^2H$

$\underbrace{CO^2H}_{2}$

Acide diméthylhomophtalique.

$H^3C$ $CH^3$

$C^6H^4$ C (1) $CO^2H$

$\underbrace{CO^2H}_{2}$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse nouvelle de l'érythrite, et synthèse d'une érythrite isomérique.* Note de M. G. GRINER, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note, j'ai montré comment je suis parvenu à réaliser la synthèse d'une érythrite identique avec l'érythrite naturelle, en partant d'un carbure non saturé, $C^4H^6$, le butadiène 1.3 extrait des huiles légères du gaz comprimé. Les théories stéréochimiques nous indiquent que ce corps doit avoir un isomère, présentant avec l'érythrite naturelle la même relation que l'acide tartrique racémique avec l'acide tartrique inactif par nature. Il semble, *a priori,* qu'à partir du butadiène, $CH^2 = CH - CH = CH^2$, on puisse remonter aussi bien à l'érythrite inactive qu'à son isomère racémique, et ce qui venait appuyer cette manière de voir ce sont les isoméries que j'avais constatées dans les bibromures de ce carbure.

» Le présent Mémoire a pour but : 1° d'expliquer comment j'ai pu réaliser la synthèse de l'érythrite sous sa forme racémique, inconnue jusqu'à ce jour; 2° de donner une nouvelle synthèse de l'érythrite ordinaire.

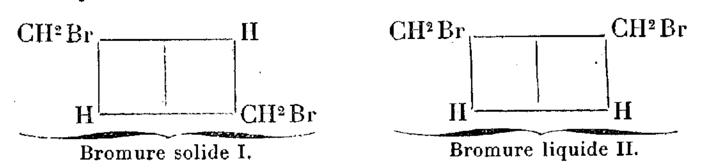
» Le bibromure de butadiène obtenu par addition à très basse température d'une molécule de brome au carbure, $CH^2 = CH-CHBr-CH^2Br$, instable sous cette forme, se transforme rapidement par l'action de la chaleur (100°) en un corps solide fusible à 53°-54° et bouillant à 92°-93° sous $1^{cm},5$, auquel j'attribue la formule $CH^2Br-CH = CH-CH^2Br$. En réalisant cette transformation, on n'obtient pas seulement ce bromure, mais une petite quantité d'un autre qui est liquide et bout vers 70° sous $2^{cm}$.

» Or le bromure solide donne par addition de brome le tétrabromure $C^4H^6Br^4$ décrit par M. Caventou ([1]) et celui-là seul, tandis que le bromure liquide ne donne que le tétrabromure de MM. Ciamician et Magnaghi ([2]). Ces deux tétrabromures s'obtiennent simultanément quand on traite par le brome en excès le carbure primitif (butadiène, 1.3). L'isomérie de ces deux bibromures de butadiène est analogue à celle que présentent les corps éthyléniques bisubstitués, par exemple les acides fumarique et maléique.

---

([1]) *Bulletin de la Société chimique,* t. XIX, p. 145.
([2]) *Berichte der deut. Chem. Ges.,* t. XIX, p. 570, et t. XX, p. 3064.

Leurs formules peuvent s'écrire



Bromure solide I. Bromure liquide II.

» Il était évident que, par l'addition de deux hydroxyles à l'aide du permanganate de potassium, on arriverait à deux dibromhydrines, l'une, celle du bromure II, identique avec celle de l'érythrite naturelle inactive, et l'autre, celle du bromure I dérivant de l'érythrite racémique inconnue.

» J'ai donc fait agir le permanganate en solution aqueuse, à 1 pour 100, successivement sur les deux bibromures dissous dans une quantité suffisante d'alcool, en maintenant le liquide en agitation constante par un courant d'acide carbonique ou d'air et en opérant à une température voisine de zéro. Après séparation des oxydes de manganèse, j'ai concentré dans le vide et épuisé par l'éther. Dans ces conditions, le bromure II m'a donné un corps A fusible à 135°, que j'ai identifié avec la dibromhydrine de l'érythrite ordinaire obtenue par M. Champion [1] par l'action de l'acide bromhydrique sur l'érythrite.

» Au contraire, le bromure I donne dans ces mêmes conditions un corps solide B, fusible à 83°, qui présente à l'analyse la composition de la dibromhydrine de l'érythrite $C^4H^8Br^2O^2$.

» Pour établir la formule de ce composé, je l'ai soumis à l'action de l'anhydride acétique par la méthode de M. Franchimont; le composé obtenu répond à la composition d'une dibromodiacétine $C^4H^6Br^2O^2(C^2H^2O)^2$, fusible à 96°, et différente de celle qui se prépare avec la dibromhydrine A, et qui fond à 133°-134°.

» A l'effet de remonter des dibromhydrines aux érythrites correspondantes, il y a deux procédés : l'un qui consiste à transformer en dibromodiacétines et à chauffer ces derniers composés en solution acétique avec de l'acétate d'argent pour obtenir la tétracétine correspondante. C'est le procédé dont je m'étais servi précédemment en partant du bibromure solide I, et qui m'a conduit à l'érythrite naturelle.

» Ce procédé a l'inconvénient d'exiger l'intervention d'une température assez élevée. Le second consiste à transformer les dibromhydrines en

(1) *Zeitschrift für Chemie*, p. 348; 1871.

dioxydes par l'action de la potasse sèche, et ensuite à hydrater ces dioxydes par l'action de l'eau à une température inférieure à 100°. C'est ce que M. Przibytek (¹) avait fait avec la dichlorhydrine de l'érythrite ordinaire. J'ai répété ces expériences en me servant de la dibromhydrine A, qui m'a donné le même dioxyde $\underbrace{CH^2-CH}_{O}-\underbrace{CH-CH^2}_{O}$, fondant à $-15°$ et bouillant à 49° sous $2^{cm}$. Comme M. Przibytek l'a indiqué, ce dioxyde s'hydrate très facilement et conduit à l'érythrite naturelle. J'ai donc réalisé une nouvelle synthèse de l'érythrite ordinaire.

» La dibromhydrine B, en solution dans l'éther anhydre, a été additionnée à son tour, à la température ordinaire, de potasse absolument sèche et finement pulvérisée. La réaction est terminée en quelques instants. Après décantation et évaporation de l'éther, on obtient par une distillation dans le vide un liquide incolore, mobile, fusible à 4°, bouillant à 59°-60°, sous une pression de $3^{cm}$ de mercure. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool, et sa densité à 16° est 1,113. L'analyse lui assigne la formule d'un dioxyde de butadiène

$$\overbrace{CH^2-CH}^{O}-\underbrace{CH-CH^2}_{O}.$$

» Il présente du reste les réactions caractéristiques de l'oxyde d'éthylène et du dioxyde de M. Przibytek : il fixe l'acide bromhydrique gazeux à 0° en régénérant la dibromhydrine qui lui a donné naissance, et il précipite les sels de magnésium et ceux de cuivre.

» Il restait à montrer que l'hydratation du dioxyde conduisait à un isomère de l'érythrite. Cette hydratation se réalise facilement par l'action de l'eau à la température du bain-marie. On concentre ensuite dans le vide et l'on obtient une masse cristalline qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool absolu. Les cristaux ainsi obtenus fondent à 72°; ils forment de petites houppes soyeuses; ils sont extrêmement solubles dans l'eau et même déliquescents. Leur solubilité dans l'alcool est plus grande que celle de l'érythrite ordinaire. L'analyse assigne à ce composé nouveau la formule de l'érythrite, $C^4H^{10}O^4$. Je l'ai transformé, par la méthode de M. Franchimont, en une acétine qui fond à 53°. Elle donne à l'analyse les chiffres de la tétracétine de l'érythrite, $C^4H^6(C^2H^3O^2)^4$.

---

(¹) *Berichte der deut. Chem. Gesel.*, t. XVII, p. 1092.

» Tous les faits que je viens d'énumérer montrent bien que j'ai réalisé la synthèse d'une nouvelle érythrite, présentant le même squelette d'atomes de carbone que l'érythrite ordinaire, dont elle est, par conséquent, un isomère stéréochimique. Dans une prochaine Note, je montrerai comment tous les faits que j'ai observés s'éclairent et s'enchaînent à l'aide des théories stéréochimiques de MM. Le Bel et Van't Hoff [1]. »

CHIMIE. — *Influence des dissolvants organiques sur le pouvoir rotatoire.* Note de M. P. **Freundler**, présentée par M. Friedel.

« Mes recherches sur les éthers tartriques du type du diacétyltartrate de méthyle m'ont amené à faire un grand nombre de mesures du pouvoir rotatoire dans divers dissolvants. J'ai opéré sur cinq éthers propyliques, en adoptant une concentration moyenne de $1^{gr},1$ dans $20^{cc}$, les observations polarimétriques étant faites au moyen d'un tube de $0^{m},20$ de longueur à la température ordinaire; voici les chiffres que j'ai obtenus :

*Valeurs de $(\alpha)_D$ pour la série propylique normale.*

| Dissolvants. | Diacétyl-tartrate. | Dipropionyl-tartrate. | Dibutyryl-tartrate. | Di *n*-valéryl-tartrate. | Di *n*-caproyl-tartrate. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° |
| Éther liquide | +13,4 | + 7,9 | + 6,0 | +6,7 | +2,9 |
| Alcool absolu | + 9,6 | + 8,0 | + 6,3 | +6,6 | +4,9 |
| Acétone | +10,4 | + 9,7 | + 7,2 | +8,2 | +5,3 |
| Butyrone | + 8,5 | + 5,6 | + 3,8 | +5,9 | +1,3 |
| Ligroïne | + 6,2 | + 5,2 | + 2,6 | +3,8 | −0,2 |
| Sulfure de carbone | +36,7 | +35,5 | +28,8 | » | » |
| Alcool méthylique | +12,1 | +11,6 | + 9,3 | » | +5,4 |
| Éther sulfurique | + 7,6 | + 7,0 | + 4,6 | » | » |
| Toluène | + 3,4 | + 3,9 | + 0,6 | +2,3 | −2,1 |
| Benzène | + 1,2 | + 2,8 | − 1,4 | +1,1 | −2,5 |
| Chlorure de méthylène | + 5,7 | + 4,4 | + 2,8 | +2,9 | » |
| Chloroforme | + 1,2 | + 2,1 | + 0,1 | +0,8 | −2,0 |
| Tétrachlorure de carbone | + 3,8 | + 3,2 | + 0,6 | +1,0 | −1,9 |
| Chlorure d'éthylène | + 5,3 | + 4,8 | + 3,1 | +3,2 | +0,3 |
| Chlorure d'éthylidène | + 6,4 | + 5,3 | + 2,7 | +3,6 | » |
| Chlorure d'éthylidène chloré | + 6,4 | + 5,3 | + 2,3 | +3,4 | +0,6 |
| Bromure de méthylène | + 1,7 | + 1,1 | − 2,4 | −1,4 | » |
| Bromoforme | − 2,6 | − 2,0 | − 3,8 | −4,7 | » |
| Bromure d'éthylène | + 8,6 | + 7,2 | + 5,5 | +3,5 | +2,4 |
| Bromure de propyle | » | + 4,3 | + 2,4 | » | » |
| Iodure de méthyle | + 4,7 | + 3,8 | + 1,7 | » | » |

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel, Faculté des Sciences de Paris.

» L'ensemble de ces observations me paraît démontrer mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'ici l'influence considérable exercée par les dissolvants sur le pouvoir rotatoire; on voit, par exemple, que la valeur de $(\alpha)_D$ pour le diacétyltartrate de propyle varie de $+36°,7$ dans le sulfure de carbone à $-2°,6$ dans le bromoforme, tandis que le pouvoir rotatoire de l'éther est $+13°,4$.

» Les dissolvants oxygénés tels que l'acétone et l'alcool ont peu ou pas d'action; les dissolvants halogénés ou de la série aromatique tendent tous à diminuer la valeur de $(\alpha)_D$, et parfois même la font changer de signe. Enfin, il est à remarquer que les cinq séries d'observations suivent toutes la même allure; chaque dissolvant agit donc d'une façon à peu près constante : c'est aussi une garantie de l'exactitude des mesures.

» On a reconnu que beaucoup de ces anomalies du pouvoir rotatoire des corps dissous tenaient à deux causes :

» 1° La polymérisation de la molécule active en solution dont on a signalé quelques exemples, celui entre autres de l'acide tartrique dans l'eau (Aignan, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 951);

» 2° La combinaison du corps actif avec le dissolvant. Le cas a été souvent observé pour des dissolutions aqueuses. Je rappelle l'exemple de l'hydrate de glucose (Béchamp, *Bull. Soc. chim.*, t. IX, p. 511; Tollens, *Ber.*, t. XXVI, p. 1799). Pour les dissolvants organiques le fait est moins fréquent; je citerai seulement les combinaisons de sels d'alcaloïdes avec les alcools et le benzène (Wyrouboff, *Journal de Physique*, t. II, p. 180), celles d'essence de térébenthine avec le sulfure de carbone (Aignan, *Thèse de la Faculté de Paris*, 1893, p. 24), et enfin celles que j'ai obtenues avec le tartrate de propyle et le benzène (*Bull. Soc. chim.*, t. IX, p. 683).

» Je me suis proposé de rechercher si l'un de ces phénomènes pouvait se produire dans le cas des éthers tartriques tétrasubstitués, ou si, selon l'opinion de MM. Landolf et Oudemans, ces différences considérables étaient dues à une action spécifique du dissolvant. Dans ce but, j'ai entrepris sur la série des éthers propyliques normaux un ensemble de déterminations cryoscopiques et de mesures polarimétriques dans des solutions de benzène et de bromure d'éthylène, les seuls dissolvants dont la constante cryoscopique soit connue, et qui semblent n'avoir aucune action chimique sur les éthers tartriques. Les résultats sont les suivants :

*Série propylique normale.*

| | Dipropionyl-tartrate. | Dibutyryl-tartrate. | Di *n*-valéryl-tartrate. | Di *n*-caproyl-tartrate. |
|---|---|---|---|---|
| *Éther liquide* $(\alpha)_D$ | $+7°,9$ | $+6°$ | $+6°,7$ | $+2°,9$ |
| Poids mol. théorique. | 346 | 374 | 402 | 430 |
| *Bromure d'éthylène* $(\alpha)_D$ | $+7,2$ | $+5,5$ | $+3,5$ | $+2,4$ |
| Poids mol. trouvé.... | 332 | 363 | 350 | 424 |
| *Benzène* $(\alpha)_D$ | $+2,8$ | $-1,4$ | $+1,1$ | $-2,5$ |
| Poids mol. trouvé.... | 300 | 304 | 307 | 345 |

» Voici ce qui ressort de ces observations :

» Dans le bromure d'éthylène, la molécule des éthers tartriques est simple, sauf pour le divaléryltartrate de propyle. En outre, les valeurs fournies par les solutions coïncident avec celles données par l'éther liquide pur. Dans le benzène, au contraire, ainsi que pour le divaléryltartrate de propyle dissous dans le bromure d'éthylène, le poids moléculaire est notablement altéré, mais aussi le chiffre du pouvoir rotatoire que l'on déduit d'observations faites sur ces solutions diffère de celui observé sur l'éther liquide. Les altérations du pouvoir rotatoire ne se produisent donc que lorsque la molécule active dissoute subit elle-même une altération qui nous est révélée par les mesures cryoscopiques.

» Quant à la nature de cette altération, on voit d'emblée qu'il faut exclure la formation d'un produit de polymérisation : le poids moléculaire donné par la méthode de M. Raoult devrait être dans ce cas un multiple entier de la valeur théorique de M. Celle-ci étant généralement supérieure à la valeur trouvée, il faut admettre que : ou bien il se forme une combinaison de l'éther et du dissolvant, auquel cas on se trouve avoir pris comme valeur de $p$ (poids de substance dissoute dans un poids P de dissolvant) un nombre trop petit, de sorte que la formule $M = \frac{cpa}{P}$ conduit en effet à une valeur trop faible de M ; ou bien encore les éthers subissent une dissociation qui ne serait pas sans analogie avec celle qu'éprouvent certains sels dissous dans l'eau. Bien que ce genre de dissociation paraisse au premier abord peu probable, diverses raisons me font penser que c'est plutôt dans ce sens que doivent être interprétées les valeurs trop faibles de M trouvées plus haut.

» Sans insister autrement sur ces raisons, dont quelques-unes ont déjà été développées (*Bull. Soc. chim.*, t. IX, p. 680), les observations que je

viens de présenter amènent à conclure que les dissolvants organiques dans lesquels le poids moléculaire des éthers tartriques n'est pas altéré se prêtent à des mesures polarimétriques qui conduisent à des valeurs normales de $(\alpha)_D$, tandis que les valeurs anormales de $(\alpha)_D$ sont obtenues avec des dissolvants qui agissent sur l'éther dissous. Il résulte de là que toutes les observations polarimétriques effectuées sur des dissolutions devront à l'avenir être contrôlées par des mesures cryoscopiques, ébullioscopiques ou autres, indiquant exactement à quel état se trouve le corps dissous; sans quoi l'on s'exposerait à attribuer à ce corps des valeurs de $(\alpha)_D$ qui se rapportent en réalité aux produits de polymérisation, d'addition ou de décomposition des corps actifs dissous ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur certaines conditions chimiques de l'action des levures de bière.* Note de M. J. **Effront**, présentée par M. Duclaux.

« L'emploi des composés fluorurés dans les distilleries s'est répandu rapidement, non seulement en France, mais dans presque tous les pays de l'ancien et du nouveau continent. L'industrie en a retiré de grandes ressources et les propriétés bactéricides de ces composés à l'égard des ferments qui provoquent les fermentations lactiques, butyriques, etc., ne sont plus à contester. Il nous a paru intéressant de rechercher si le fluor avait quelque action sur le ferment alcoolique et si cette action était nuisible ou favorable.

» Nous avions reconnu antérieurement que toute dose dépassant $100^{mgr}$ de fluorure d'ammonium était nuisible pour l'accroissement des levures; à la dose de $300^{mgr}$, celui-ci était complètement arrêté. Voulant nous rendre compte de cette perte d'activité et déterminer expérimentalement si elle était due à une espèce de paralysie momentanée du ferment ou à une modification organique, nous nous sommes livré à quelques expériences que nous allons résumer.

» Les essais furent faits avec des extraits de malt stérilisés et des levures pures : *Saccharomyces Cerevisiæ, Pastorianus I, Carlsberg et Burton.* L'influence des fluorures a été constatée par l'atténuation, par l'alcool formé et par l'augmentation du nombre des cellules.

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel, Faculté des Sciences de Paris.

» Nous avons introduit dans un moût frais, exempt de fluorure, les quatre races de levures qui avaient été cultivées dans un moût additionné de 300$^{mgr}$ de fluorure d'ammonium. Ces levures, qui semblaient avoir perdu complètement leur activité, dès qu'elles se trouvèrent en contact avec le moût exempt de fluorure, reprirent immédiatement un pouvoir ferment et une puissance d'accroissement tout à fait extraordinaire.

» L'accroissement fut surtout marqué pour le *S. Cerevisiæ*. Cette race de levure, dans les conditions normales de mes fermentations, donne un accroissement moyen de une à huit cellules; dans le cas qui nous occupe, nous avons obtenu un accroissement de une à soixante-dix-sept cellules.

» Comme, dans les expériences dont nous venons de mentionner les résultats, les levures n'avaient subi l'influence des fluorures que pendant quarante-huit heures, il nous a paru intéressant d'étudier l'action prolongée des fluorures sur les levures.

» Nos premiers essais ne furent pas heureux; mais, par la suite, en modifiant notre méthode d'opérer, nous avons observé des faits d'une très haute portée. Nous nous bornerons à relater ces derniers :

» Nous avons pratiqué une première fermentation en présence de 20$^{mgr}$ de fluorure. Après la transformation du quart du sucre contenu dans le liquide, nous avons ajouté de nouveau au moût 10$^{mgr}$ de fluorure, et nous avons laissé la fermentation se continuer jusqu'au moment où la moitié du sucre avait disparu. A ce moment, nous avons pris 100$^{cc}$ du moût en fermentation et nous les avons introduits dans 900$^{cc}$ de moût frais additionné de 40$^{mgr}$ de fluorure.

» Après disparition du quart du sucre du nouveau moût, nous l'avons additionné de 10$^{mgr}$ de fluorure et nous avons continué à opérer comme précédemment.

» Le troisième passage de la levure se fit avec 70$^{mgr}$ de fluorure au début. Après une série d'opérations analogues et en ajoutant la dose supplémentaire de fluorures seulement au moment de la formation des nouvelles cellules (moment qui correspond à la disparition du quart du sucre du moût) les quatre levures finirent par fermenter en présence de 300$^{mgr}$ de fluorures.

» Elles s'étaient accoutumées, pour ainsi dire, à la dose de cet antiseptique et elles avaient acquis vis-à-vis de lui une certaine immunité qu'elles ne possédaient pas antérieurement.

» Pendant ces opérations, nous avons pu faire les observations suivantes :

» Alors qu'il fallait, pour les premières fermentations, de quatre à six jours pour amener la disparition de la moitié du sucre d'un moût d'une densité de 1,083; on obtenait, par la suite, après cinq ou six passages dans un moût contenant 300$^{mgr}$ de fluorure, des levures beaucoup plus énergiques, provoquant très facilement des fermentations complètes.

» La reproduction de la levure est restée presque toujours en dessous de la normale. Les levures produites dans un milieu renfermant des fluorures, d'après la méthode que nous venons d'indiquer, possèdent un pouvoir ferment de beaucoup supérieur à toutes les levures connues; avec 0,1 à 0,3 de levure sèche, on parvenait à faire fermenter en trois jours un litre de moût marquant 10° Baumé.

» La levure, traitée comme il est dit plus haut, possède un pouvoir ferment au moins dix fois plus fort que les levures ordinaires. Elle a acquis également une autre particularité très précieuse, on ne doit plus la faire passer par un levain acide pour l'employer dans les distilleries; on sait que ce passage est *indispensable* pour toute autre levure.

» Ces expériences nous permettent d'affirmer que l'action des fluorures sur les levures de bière se manifeste différemment suivant la dose et surtout suivant le mode d'application; nous pouvons en conclure :

» 1° Qu'en cultivant la levure dans un moût contenant 200 à 300$^{mgr}$ de fluorure, on affaiblit sensiblement le pouvoir d'accroissement des cellules de levures; cette action se manifeste à un degré différent sur les diverses races de levures;

» 2° Que les moûts additionnés de 200 à 300$^{mgr}$ de fluorures peuvent servir de milieu de culture à toutes les levures de bière, sans distinction de race, et cela avec le même succès, si, au préalable, on a habitué les levures à la présence des fluorures, ce qu'on obtient facilement en procédant comme nous l'avons indiqué.

» 3° Que les levures, après un traitement avec des quantités graduellement plus élevées de fluorures, acquièrent un pouvoir ferment très considérable, que l'on peut considérer comme décuple par rapport à ce qu'il était avant le traitement fluoruré. Ce traitement a eu également pour effet d'enrichir les levures de propriétés que certains physiologistes avaient considérées jusqu'à ce jour comme des privilèges dont jouissaient certaines races, privilèges qui semblaient leur appartenir exclusivement.

» Nous ajouterons que les essais industriels faits avec des levures ainsi traitées ont donné des résultats, au point de vue du rendement en alcool, qu'on n'avait pas encore su atteindre jusqu'à ce jour par tout autre moyen. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la propagation du Pourridié de la Vigne par les boutures et les greffes-boutures mises en stratification dans le sable.* Note de M. A. Prunet, présentée par M. Duchartre.

« Les greffes-boutures de Vigne obtenues en greffant sur des fragments de cépages américains des rameaux de plants français sont le plus souvent conservées, de quelques jours à deux mois, dans du sable siliceux plus ou moins humide, de même que les rameaux de plants américains destinés à servir de boutures et qui ne seront greffés que l'année suivante. Cette pratique, qu'on nomme *stratification*, a pour but de retarder la végétation jusqu'au moment de la mise en place des boutures ou des greffes-boutures. En effet, le sable, abrité d'ordinaire sous un hangar ou dans un cellier, constitue un milieu peu humide, mal aéré, assez froid, et par suite peu propre à provoquer la poussée des bourgeons et la formation des racines.

» Mais le défaut d'aération, surtout avec un certain degré d'humidité, est tout à fait favorable au développement des Champignons.

» M. P. Viala a déjà signalé ([1]) le *Sclerotinia Fuckeliana* de Bary sur des greffes-boutures ainsi conservées. Les sclérotes du Champignon s'insinuant entre les surfaces de contact des greffons et des porte-greffes en empêchaient la soudure. Toutefois ce développement, s'il peut occasionner quelques pertes, n'a pas de conséquences graves, ce *Sclerotinia* étant, en dehors de ce cas, une espèce inoffensive. Le porte-greffe peut s'enraciner et être greffé l'année suivante.

» La stratification dans le sable des boutures et des greffes-boutures peut avoir des suites plus redoutables.

» Un viticulteur-pépiniériste ayant soumis cette année à mon examen une jeune vigne plantée par greffes-boutures, au printemps de 1892, et qui était manifestement en voie de dépérissement, je reconnus, sur les pieds malades ou morts, que les parties souterraines du porte-greffe étaient plus ou moins recouvertes d'une couche floconneuse presque uniforme formée de filaments mycéliens bruns, un peu rigides, flexueux, légèrement variqueux au niveau des cloisons, en relation avec d'autres filaments plus fins, incolores, qui pénétraient dans les tissus et les remplissaient plus ou

([1]) P. Viala, *Une maladie des greffes-boutures* (*Revue générale de Botanique*, t. III, p. 145; 1891).

moins. C'étaient là les caractères du mycélium du *Dematophora glomerata* Viala, qui généralement cause le Pourridié dans les sables ou les terrains sablonneux. L'observation ultérieure des conidiophores vint confirmer cette détermination. La Vigne malade faisant tache au milieu d'autres plus âgées qui étaient restées indemnes dans le même terrain, je recherchai la cause de cette anomalie. J'appris que les greffes-boutures qui avaient servi à constituer cette vigne avaient séjourné assez longtemps, avant d'être plantées, dans une cave obscure et humide, dans du sable employé depuis plusieurs années à stratifier des boutures, des greffes-boutures ou même des plants racinés. Des rameaux de Vigne et quelques plants racinés oubliés là sans doute portaient le *Dematophora glomerata* qui avait pu ainsi envahir les greffes-boutures employées pour la plantation.

» Je pus constater ensuite que parmi les boutures, greffes-boutures ou plants racinés vendus avec une entière bonne foi par ce viticulteur, certains de ceux qui avaient séjourné dans le même sable s'y étaient contaminés et que le parasite avait plus ou moins attaqué plusieurs des plantations qui en étaient issues.

» J'ai en outre examiné, chez un certain nombre d'autres viticulteurs, les sables servant à recevoir les boutures ou greffes-boutures. J'ai retrouvé dans l'un de ces sables, sur des débris de racines et des fragments de sarments, le *Dematophora glomerata* qui avait déterminé le Pourridié en deux points d'un vignoble. Enfin, chez trois autres viticulteurs, j'ai vu sur des débris organiques contenus dans les sables le *Rœsleria hypogea* Thümen, que divers botanistes croient pouvoir causer aussi le Pourridié et qui, en tout cas, est fort suspect.

» Ce qui est particulièrement grave, c'est que les plants atteints de Pourridié périssent sûrement et qu'en outre le terrain reste contaminé et impropre pour longtemps à diverses cultures. De plus, les travaux de drainage et d'assainissement, qui arrêtent souvent les progrès du Pourridié dû au *Dematophora necatrix* Hartig ou à l'*Agaricus melleus* L., ne paraissent pas influer beaucoup sur la marche du Pourridié causé par le *Dematophora glomerata*. Ces faits sont encore aggravés par cette circonstance que la contamination passera presque toujours inaperçue, car la stratification n'est pas en général assez longue pour que le mycélium externe du *Dematophora* ou les corps reproducteurs du *Rœsleria* puissent attirer l'attention par leur développement sur les plants.

» L'aération fréquente des sables, suffisant, ainsi que l'a constaté

M. Viala [1], pour arrêter la marche du *Sclerotinia Fuckeliana*, devra pour empêcher le développement du *Dematophora glomerata* et du *Rœsleria hypogea* être complétée par les mesures suivantes :

» Les sables destinés à recevoir des boutures, greffes-boutures ou plants racinés de Vigne, seront placés dans un lieu non humide, bien éclairé et bien aéré, de préférence sous un hangar exposé au nord; leur humidité ne dépassera pas sensiblement 10 pour 100 et ils seront soigneusement débarrassés de tout débris organique; on n'y laissera jamais séjourner les boutures ou les plants non utilisés; ils seront passés au four chaque année aussi près que possible de l'époque de leur emploi, ou, quand cette opération sera difficilement réalisable, on les étalera, pendant les grandes chaleurs de l'été, sur une aire plane, en plein soleil, et on les remuera fréquemment à la pelle. »

GÉOLOGIE. — *Sur une dislocation en forme de champignon, dans les Alpes de la Haute-Savoie.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Daubrée.

« Les Préalpes suisses et chablaisiennes, déjà si étranges par l'indépendance de leurs facies, le sont aussi par une singulière structure qu'a subie une de leurs parties : la région de la brèche du Chablais. Au point de vue de la disposition stratigraphique, cette région forme une unité remarquable qui s'étend de la vallée de l'Arve au Rhône, sur une longueur de $35^{km}$ et sur une largeur maximum de $14^{km}$ ($16^{km}$ avec un lambeau de recouvrement). Le terrain qui domine est une brèche calcaire, d'âge nettement jurassique, comme M. Renevier l'a démontré.

» La région de la brèche du Chablais *chevauche de tous les côtés* sur les régions voisines, tantôt sur les Préalpes extérieures, tantôt sur les hautes Alpes calcaires dont elle est bordée au sud-est. En quelque direction qu'on tracerait une coupe géologique, celle-ci présenterait le phénomène du double renversement anticlinal. Cette région a donc la forme d'un *gigantesque champignon* elliptique. Le pied du champignon se réduit à $4^{km}$ sous la Pointe-de-Grange, alors que les ailes, larges chacune de $6^{km}$, chevauchent au sud-est et au nord-ouest.

» Ce pli en champignon présente un grand intérêt sur son pourtour

(1) P. Viala, *loc. cit.*

sud-est, dans le val d'Illiez. Là, le déversement est inverse de celui des hautes Alpes calcaires. Le val d'Illiez, comme les Alpes glaronnaises, présente le phénomène du double pli. Ce double renversement synclinal se poursuit, plus ou moins complexe, de la vallée du Giffre (Haute-Savoie) jusqu'à la vallée de l'Aar en Suisse, sur l'énorme longueur de $120^{km}$.

» La découverte d'un nouveau double pli fait tomber le différend célèbre entre MM. Heim et Vocek. Notre découverte présente ceci de particulier, que ce sont des terrains de facies et d'âge différents qui se superposent. L'hypothèse d'un pli unique venant du sud n'est pas admissible.

» La partie chevauchée montre à Collombey (vallée du Rhône) les mêmes plis secondaires, déversés au nord-ouest, des coupes de M. Heim.

» La *Schuppenstructur* de M. Suess se constate en plusieurs points (Matringe, vallée du Giffre, Tréveneusaz, val d'Illiez). A Matringe, plusieurs plans de chevauchement se confondent, par laminage des parties intermédiaires.

» Le chevauchement est parfois transgressif sur les chaînes extérieures, en ce sens que celles-ci disparaissent obliquement sous le manteau chevauchant de la région de la brèche.

» Toujours et partout c'est le facies brèche qui chevauche. Les facies littoraux du dogger et le facies coralligène du malm n'y participent pas. D'où l'hypothèse à déduire que d'anciennes conditions ont présidé au curieux plissement que nous observons aujourd'hui (phénomène de la continuité du plissement, défaut d'homogénéité des facies).

» Toutes ces constatations paraissent confirmer l'hypothèse que M. Michel-Lévy et moi donnions l'année dernière : savoir l'existence, sous les Préalpes chablaisiennes, d'un *noyau de résistance*, constitué par un éventail de roches cristallines. Par déductions analogues, on peut concevoir l'existence de semblables plissements et noyau de résistance dans les Préalpes bernoises. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un halo observé à Créteil, le* 22 *octobre* 1893; par M. **Georges Pouchet.**

« Hier dimanche, 22 octobre, à $4^h$, halo visible à Créteil. Le ciel au zénith est pur, avec quelques cirrus qui paraissent très lointains. A l'ouest, l'horizon est fermé par une *panne* ou masse nuageuse uniforme, dont le bord est plus élevé vers le sud, et derrière laquelle le soleil disparaîtra bientôt.

» C'est alors que se montre, du côté du nord, une image parhélique extrêmement

intense, presque aussi brillante que le soleil à ce moment. Elle occupe le milieu d'un arc peu étendu au-dessus et au-dessous d'elle, mais d'un grand éclat aussi. L'arc a persisté après que l'image parhélique s'était éteinte. Point d'arc tangent. Rien au zénith.

» La panne de nuages occupait vers le midi la place où aurait pu se produire l'image parhélique symétrique, à l'autre extrémité du diamètre horizontal. »

M. A. **Baudoüin** adresse une Note relative aux résultats d'expériences effectuées pour obtenir la pluie, en soutirant l'électricité des nuages à l'aide d'un cerf-volant :

« Le dimanche 15 octobre, vers $5^h 15^m$, j'ai obtenu un contact avec les nuages, situés à une distance que j'évalue à $1200^m$ environ. A ce moment, il est survenu un brouillard *local;* puis quelques gouttes d'eau se sont mises à tomber. Dès que le contact a cessé, en rentrant le cerf-volant, tout est revenu à l'état normal à $5^h 30^m$....

» En 1876, j'ai obtenu *plusieurs fois* la pluie de la même manière, sur le plateau de El Meridj (frontière de Tunisie)... »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son doyen M. *Marey*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Charcot*.

| | |
|---|---|
| *En première ligne*. . . . . . . . . . . . . . . | M. **Potain**. |
| *En seconde ligne, par ordre alphabétique*. . . . | M. **Cornil**.<br>M. **Hayem**.<br>M. **Jaccoud**.<br>M. **Lancereaux**. |

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 30 OCTOBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

ÉCONOMIE RURALE. — *La récolte de la vigne dans l'année* 1893. *Les produits de la Camargue.* Note de M. **Chambrelent.**

« Au milieu des désastres qui ont frappé cette année une grande partie des produits agricoles de la France, par suite d'une excessive sécheresse, une de nos cultures principales, la vigne, nous a donné au contraire, surtout dans le vignoble girondin, des résultats si remarquables qu'on peut les citer comme les plus beaux de ceux obtenus dans toute la durée du siècle.

» Je viens exposer à l'Académie les causes qui ont amené ces grands résultats et l'importance qu'ils ont pour les intérêts agricoles de la France.

» L'année dernière, la vigne, toujours attaquée par les mêmes ennemis contre lesquels nous luttons depuis tant d'années, avait eu à subir un autre fléau, celui de la gelée.

» La gelée avait été combattue par les nuages artificiels et, bien que la récolte n'eût pas été entièrement garantie, par suite de l'insuffisance de durée de ces nuages, le bois de la plante l'avait été assez pour donner cette année une bonne taille, qui devait assurer la récolte si les circonstances climatériques venaient à être favorables à la végétation.

» Or c'est ce qui est arrivé dans les conditions les plus satisfaisantes qu'on pût désirer.

» Jamais depuis bien longtemps la floraison et la fructification de la vigne n'avaient été favorisées comme elles l'ont été cette année, au moment où elles se sont développées, et c'est là la cause primaire et principale des beaux résultats obtenus.

» La floraison s'est faite rapidement, au mois de mai, par un beau temps continu, sans pluie et sans excès de chaleur.

» Après la floraison, vers la fin de mai, il y a eu quelques jours exceptionnels de petites pluies qui ont permis aux verjus de se développer rapidement, de manière à éviter la coulure, un des effets les plus funestes à la quantité de la récolte.

» A ces petites pluies a succédé une suite de journées chaudes qui ont favorisé la récolte jusqu'au moment de la veraison.

» A ce moment, bien que nous soyons restés deux mois sans pluies, il y a eu dans la nuit des rosées assez abondantes qui ont donné une certaine humidité aux feuilles. Il faut remarquer à cet égard que la vigne est une de nos plantes qui profitent le plus des rosées nocturnes par l'absorption que son feuillage abondant ne cesse de faire de l'eau de ces rosées.

» D'un autre côté, c'est aussi une des plantes qui s'accommodent le plus de la sécheresse de l'été.

» On doit même dire que les pluies des mois de juillet et d'août sont plutôt nuisibles que favorables, parce qu'elles développent une nouvelle ascension de la sève qui nuit à la maturation.

» C'est là un fait constaté depuis longtemps et sur lequel le cultivateur éclairé de la vigne ne conserve pas de doute. L'année 1893 l'a confirmé complètement : la sécheresse des mois de juillet et d'août a permis à la maturation de se développer dans les meilleures conditions.

» Une autre circonstance importante qui a encore contribué à la quantité de la récolte, c'est que, pendant cette maturation, la proportion

pulpe a dépassé de beaucoup la proportion graine. Les grains ne contenaient qu'une très faible quantité de pépins très petits.

» Dans beaucoup de grains, on ne voyait qu'un seul pépin peu développé. Cette circonstance doit être attribuée principalement à la rapidité et aux bonnes conditions dans lesquelles s'est faite la fructification.

» D'un autre côté, la peau du fruit était plus mince que nous ne l'avons jamais vue. Le grain contenait ainsi bien plus de jus que dans les années ordinaires, et c'est là un point fort remarqué qui a contribué à l'abondance de la récolte. Le grain fondait dans le pressoir, disait le vigneron.

» Un autre effet des plus remarquables de la marche rapide de la végétation, si bien secondée par le temps, a été de rendre la maturité cette année bien plus précoce qu'on ne l'avait jamais vue jusqu'ici.

» Il a été dressé, par un de nos éminents viticulteurs, M. Kehrig, un Tableau des plus intéressants où se trouve relevée, pour toutes les années du siècle, depuis 1800, la date des vendanges, la quantité relative des récoltes et la qualité du vin. Or, dans ce Tableau, que je mets sous les yeux de l'Académie, les vendanges ne s'étaient faites qu'une seule fois, dans la Gironde, au mois d'août, c'était en 1822; elles eurent lieu le 31 août.

» Cette année elles ont eu lieu le 24, c'est-à-dire huit jours plus tôt que dans l'année la plus précoce du siècle. Il résulte, d'ailleurs, d'un Ouvrage classique sur la vigne du marquis d'Armailhaq, qu'en 1822 les conditions climatériques furent les mêmes pour la fructification et la maturation qu'en 1893.

» Les dates des vendanges dans les autres années du siècle ont été les suivantes :

» Les vendanges ont eu lieu dans la première quinzaine de septembre, pendant dix années;

» Dans la deuxième quinzaine, pendant soixante années;

» Dans la première quinzaine d'octobre, dix-neuf années, et, dans la deuxième quinzaine, une seule fois, le 28 octobre.

» C'est en 1816 qu'eut lieu cette dernière récolte si tardive; la quantité de vin fut très faible et la qualité très mauvaise, ce qui se comprend : le raisin n'avait pu mûrir et ne s'était développé que très imparfaitement.

» Cette récolte de 1893, reconnue la plus abondante du siècle et la plus précoce, s'annonce aussi comme une des meilleures pour la qualité.

» Cela se comprend encore; les bonnes conditions climatériques qui ont produit l'abondance n'ont pu que favoriser aussi le développement du

fruit et donner la qualité, de même que dans les années où la quantité a été faible, comme en 1816, la qualité a été mauvaise, comme nous venons de le dire.

» On peut reconnaître d'ailleurs facilement, sur le Tableau ci-joint, de M. Kehrig combien la qualité répond généralement à la quantité. C'est ainsi que les années 1864 et 1865, 1874 et 1875, qui ont été les années les plus abondantes qu'on eût vues, ont été en même temps celles qui ont donné les meilleures qualités. L'année 1875, qui a été la plus abondante avant 1893, nous a donné des vins portés comme exquis sur le Tableau.

» La quantité récoltée en 1875 a été de 4 500 000$^{\text{hlit}}$ sur une superficie de 175 000$^{\text{ha}}$, soit 25$^{\text{hlit}}$,70 par hectare.

» Elle a été en 1893 de 5 500 000$^{\text{hlit}}$ sur 160 000$^{\text{ha}}$, soit 34$^{\text{hlit}}$,35 par hectare.

» Il y a quelques années, quand les vignes de la Gironde paraissaient sur le point de succomber sous les étreintes du phylloxera et du mildiou, le bruit avait couru, en Angleterre, qu'il n'existait plus de vignes dans le Médoc et que le vin qu'on en exportait était un vin factice.

» Les étrangers qui viendront cette année dans le pays pourront juger, en voyant nos vaisseaux vinaires et les bâtiments d'exploitation devenus insuffisants pour loger la récolte, combien les viticulteurs de la Gironde ont su combattre avec succès les ennemis sous lesquels on croyait qu'ils avaient succombé.

» Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que si c'est aux bonnes conditions climatériques que nous devons la belle récolte de 1893, ces résultats ont été obtenus en présence des nombreux ennemis qu'il a fallu continuer à combattre et dont nous ne triomphons que par l'intelligente persévérance des cultivateurs du sol, aidée par les indications de la Science.

» Cette année encore, au moment où la floraison et la fructification étaient si bien favorisées par le temps, l'oïdium arrivait néanmoins et n'était vaincu que par un soufrage immédiat et énergique.

» Et qu'on me permette ici d'être l'interprète des viticulteurs girondins en disant combien ils apprécient les grands services qui leur ont été rendus par celui qui le premier nous a indiqué ce remède si efficace, notre très honoré confrère, M. Duchartre.

» Le phylloxera n'a pas encore disparu, loin de là, et, s'il n'avait pas été vigoureusement combattu par le sulfure de carbone, que nous devons à notre regretté confrère Thenard, la vigne n'eût pas pu profiter des bonnes conditions de végétation dans lesquelles elle s'est si bien développée.

» Nous avons eu à combattre aussi le mildiou contre lequel nous a si bien armé M. Millardet, mais une seule fois cette année; la sécheresse extrême de l'été l'a empêché de se développer après le premier sulfatage.

» En résumé, les résultats, si remarquables de la récolte du vin cette année, sont dus aux conditions climatériques dans lesquelles s'est développée la vigne; mais ils n'ont pu être obtenus qu'en continuant à défendre la vigne contre les ennemis que nous avons à combattre chaque année.

» Dans un Rapport fort intéressant et fort bien fait, par l'Inspecteur général des Services du Phylloxera, M. Couanon, sur la Classe 75 de l'Exposition de 1889, l'auteur fait remarquer que la viticulture française est la première du monde pour l'étendue de ses plantations et la qualité de ses vins, et après avoir énuméré tous les efforts faits par les viticulteurs français pour combattre tous les ennemis de la vigne, il ajoute :

» De tels efforts ne pouvaient rester stériles.

» Les résultats que nous venons d'exposer prouvent combien le Rapporteur avait raison.

» Dans la Camargue, où les plantations de vignes ont pris, comme vous le savez, une si grande extension, les produits de la récolte, quoique relativement moins beaux que dans les vignobles bordelais, ont été très satisfaisants au double point de vue de la quantité et de la qualité.

» Mais ici le résultat le plus considérable et le plus fructueux pour le cultivateur, cette année, a été le produit des prairies irriguées.

» D'après ce que nous a écrit un des plus grands et des plus habiles agriculteurs du pays, M. Reich, on a obtenu $10000^{kg}$ de fourrage sec à l'hectare, et ces fourrages se sont vendus à des prix inconnus jusqu'ici, de $14^{fr}$ à $15^{fr}$ les $100^{kg}$, soit $1400^{fr}$ à $1500^{fr}$ le produit d'un hectare.

» Les frais d'entretien, irrigation comprise, ne dépassent pas $200^{fr}$ à l'hectare.

» Ce fait, ajoute M. Reich, aura une influence considérable sur la Camargue, où tout le monde cherche aujourd'hui à créer de plus en plus des prairies irriguées. »

» Tels sont quelques-uns des résultats agricoles de l'année 1893 que j'ai cru devoir exposer, et qui doivent consoler, autant que possible, des mécomptes éprouvés sur tant d'autres cultures.

» Il convient de les enregistrer, à l'honneur de ceux qui les ont obtenus, malgré tant d'obstacles à vaincre, et aussi comme exemple de ce que

peuvent les efforts des cultivateurs du sol, éclairés, comme l'a dit Gasparin, par les lumières des autres branches des Sciences humaines. »

M. **Marey** offre à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Le Mouvement », et s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage résume une longue série de recherches faites en vue de donner à toutes sortes de mouvements leur représentation objective. Tantôt, au moyen d'un style, on fait tracer par le mobile la courbe de ses changements de position successifs, tantôt on demande à la Chronophotographie de fixer en une série d'images instantanées les différentes phases du mouvement.

» Ces méthodes résolvent d'une façon très simple un grand nombre de problèmes de Mécanique et de Physiologie.

» Comme exemples de solutions expérimentales de problèmes mécaniques, nous citerons les mouvements imprimés aux masses par différentes forces, les effets de la résistance de l'air, les oscillations des pendules articulés, les vibrations des tiges flexibles, celles des ponts métalliques, la vitesse des véhicules et des trains de chemins de fer, les déplacements des molécules liquides dans les ondes, les courants et les remous.

» Chez les êtres vivants, ces méthodes ont permis d'analyser les différents modes de locomotion : la marche et la course de l'Homme, les diverses allures des Quadrupèdes, la locomotion des Serpents, des Lézards, des Tortues, des Poissons, des Mollusques ; le vol des Oiseaux et celui des Insectes, la marche des Articulés, Coléoptères, Arachnides, etc. De nombreuses séries d'images représentent ces différents animaux aux phases successives de leurs mouvements ; or cette représentation d'actes successifs que l'observation ne saurait saisir permet d'entreprendre l'étude de la locomotion comparée dans le règne animal. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Médecine et Chirurgie pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Charcot*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

| | | | |
|---|---|---|---|
| M. Potain | obtient | . . . . . . . . . . . | 43 suffrages |
| M. Germain Sée | » | . . . . . . . . . . . | 4 » |
| M. Lancereaux | » | . . . . . . . . . . . | 3 » |
| M. Cornil | » | . . . . . . . . . . . | 1 » |

Il y a 2 bulletins blancs.

M. **Potain**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ACOUSTIQUE. — *Sur l'application des vibrations sonores à l'analyse des mélanges de deux gaz de densités différentes.* Mémoire de M. E. **Hardy**, présenté par M. Cornu. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Daubrée, Cornu, Haton de la Goupillière, Cailletet, Mallard).

« Lorsque l'on fait parler en même temps deux tuyaux d'orgue donnant le même son, à l'aide de deux souffleries distinctes, alimentées d'air pur, on obtient un son unique.

» Tout étant ainsi réglé, si l'une des souffleries, au lieu d'être alimentée d'air pur, est alimentée avec un mélange d'air et d'un autre gaz, le son du tuyau d'orgue correspondant est modifié et les deux tuyaux, parlant en même temps, donnent des battements plus ou moins fréquents, suivant que le mélange est plus ou moins riche en gaz étranger.

» Le formènephone, appareil à l'aide duquel on peut faire ces expériences, se compose de deux soufflets et de deux tuyaux d'orgue. L'un des soufflets et son tuyau d'orgue sont enfermés dans une enveloppe étanche contenant de l'air pur. L'autre est alimenté par le mélange gazeux. Chaque expérience est très courte et ne dure que quelques secondes.

» Les tuyaux d'orgue donnant $ut_4$ et le gaz mélangé à l'air étant le formène, on obtient les résultats suivants :

» Pour 1 pour 100 de formène dans l'air, on a environ 1 battement par 3 secondes ;

» Pour 2 pour 100 de formène dans l'air, on a environ 3 battements par 2 secondes;

» Pour 3 pour 100 de formène dans l'air, on a environ 2 battements par seconde;

» Pour 4 pour 100 de formène dans l'air, on a environ 3 battements par seconde;

» Et ainsi de suite, les battements augmentant de fréquence à mesure que le mélange gazeux devient plus riche en formène.

» Lorsqu'il atteint 12 pour 100, on a environ 9 battements par seconde; à 20 pour 100, ils deviennent très rapides; à 25 pour 100 extrêmement rapides, mais toujours très nets et très distincts.

» Le formènephone donne des résultats analogues avec un mélange d'air et d'acide carbonique. Au bout de quelques heures la respiration d'une seule personne met assez d'acide carbonique dans l'air d'une chambre pour que le formènephone décèle sa présence.

» Mais pour des expériences où le mélange gazeux a presque la même densité que l'air pur, il est préférable d'employer des tuyaux d'orgue donnant un son plus aigu, $ut_5$ par exemple.

» Le formènephone, ayant son application directe à la recherche et au dosage du grisou dans les galeries de mines, peut prendre une autre forme et donner des indications continues non seulement dans la galerie même, mais au dehors, dans le cabinet de l'ingénieur, par exemple. »

M. **Charles Benoit** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Intelligence et Instinct. Le Chalicodome des murailles et un nouveau Chalicodome ».

(Commissaires : MM. Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Milne-Edwards.)

M. **Julhe** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Emploi de la colophane dans le durcissement des plâtres et pierres tendres; coloration des plâtres ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Damour, Fouqué.)

M. **J. Cuenin** adresse une Note ayant pour titre : « L'Instituteur et le progrès agricole en France ».

(Commissaires : MM. Schlœsing, Dehérain.)

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1893, *oct.* 16), *faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé* ($0^m,32$); par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Tisserand.

*Comparaisons et positions de la comète.*

| Dates 1893. | Temps moyen d'Alger. | Comète — Étoile. Δα. | Δδ. | Nombre de comp. | Æ app. | Log. fact. parall. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parall. | ★. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | m s | ' " | | h m s | | ° ' " | | |
| Oct. 22... | 16.27.19 | −0. 3,43 | +19.55,9 | 12:12 | 12.29.18,96 | $\bar{1},694_n$ | +16.44. 7,4 | 0,700 | *a* |
| 22... | 16.43.27 | −0. 2,46 | +20.13,0 | 12:12 | 12.29.19,93 | $\bar{1},692_n$ | +16.44.24,5 | 0,687 | *a* |
| 23... | 16.50.34 | −0.53,92 | −14.50,2 | 10:10 | 12.30.43,79 | $\bar{1},692_n$ | +17.25.42,1 | 0,677 | *b* |
| 23... | 16.59.09 | −0.53,83 | −14.30,7 | 12:12 | 12.30.43,88 | $\bar{1},689_n$ | +17.26. 1,6 | 0,669 | *b* |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1893. | ★. | Gr. | Ascension droite moy. 1893,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moy. 1893,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m s | s | ° ' " | " | |
| Oct. 22.... | *a* | 8,0 | 12.29.31,38 | +1,01 | +16.24.21,7 | −10,2 | Weisse$_2$, XII$^h$, n° 582 |
| 23.... | *b* | 6,7 | 12.31.36,69 | +1,02 | +17.40.42,9 | −10,9 | Weisse$_2$, XII$^h$, n° 632 |

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon* (*équatorial Brunner*), *pendant le premier semestre de* 1893. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations. Le premier donne, immédiatement après la désignation de chaque mois, le nombre proportionnel des jours sans taches (nombre d'ailleurs nul pour tout le semestre); les colonnes successives renferment : les époques extrêmes d'observation, les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels des groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces totales mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère). Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

» Voici maintenant les principaux faits qui ressortent de ces Tableaux :

» *Taches*. — Le nombre des taches ou groupes de taches continue à augmenter, et la fréquence, tout en se rapprochant de l'équateur, passe de l'hémisphère boréal dans l'hémisphère austral; nous avons, en effet, 226 groupes, 83 au nord et 143 au sud, au lieu de 158 groupes, 80 au nord et 78 au sud, fournis par le semestre précédent.

» La différence ne se manifeste pas seulement sur le nombre de groupes, mais aussi sur leur étendue; ainsi on a pu *voir à l'œil nu* huit groupes dans l'hémisphère austral et deux seulement dans l'hémisphère boréal.

» Ces groupes sont les suivants de notre Tableau I :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | 16-26, | latitude....... | $-13^{\circ}$ | Mai | 27-8, | latitude....... | $-14^{\circ}$ |
| » | 25-4 | » ....... | $-21$ | » | 24-1 | » ....... | $+23$ |
| Février | 6-17 | » ....... | $-11$ | » | 24-1 | » ....... | |
| Mars | 9-21 | » ....... | $-10$ | Juin | 27-8 | » ....... | $-20$ |
| » | 21-1 | » ....... | $+22$ | » | 29-8 | » ....... | $-20$ |
| | | | | » | 10-20 | » ....... | $-21$ |

» On voit qu'ils sont tous compris dans la zone dite *Royale*.

» *Régions d'activité*. — Les groupes de facules, avec ou sans taches, suivent une marche semblable à celle des taches.

» Au nord, nous ne les voyons augmenter qu'au-dessous de 30° de latitude; au-dessus, ils diminuent. Au sud, l'augmentation se répartit sur toutes les latitudes, tout en étant plus forte au-dessous de 30°.

Tableau I. — *Taches*.

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. | Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. | Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier 1893. 0,00. | | | | Janvier (suite). | | | | Janvier (suite). | | | |
| 27- 4 | | + 7 | 3 | 31- 4 | −12 | | 1 | 12-20 | | + 9 | 70 |
| 27- 6 | −27 | | 83 | 28- 9 | | +22 | 42 | 18-19 | −17 | | 3 |
| 30- 3 | −21 | | 17 | 6 | | + 8 | 1 | 16-20 | −17 | | 7 |
| 3 | −18 | | 7 | 9 | | +18 | 30 | 16-26 | −13 | | 539 |
| 3 | −14 | | 4 | 3- 9 | | +21 | 14 | 18-26 | − 9 | | 143 |
| 3- 9 | −10 | | 8 | 3- 9 | | +17 | 33 | 25 | −33 | | 6 |
| 4 | − 4 | | 1 | 3-13 | | +18 | 58 | 25-26 | −26 | | 12 |
| 27- 6 | | + 9 | 31 | 3- 9 | −13 | | 3 | 20 | | +22 | 3 |
| 4 | | + 6 | 1 | 6 | −26 | | 10 | 25-26 | | +13 | 120 |
| 30- 3 | −17 | | 2 | 13 | − 1 | | 1 | 26 | −19 | | 45 |
| 3 | −15 | | 3 | 12-18 | − 7 | | 85 | 25- 1 | −18 | | 137 |
| 29- 9 | −32 | | 36 | 12 | | +15 | 1 | 25- 4 | | +17 | 288 |
| 28- 4 | −13 | | 26 | 16 | − 2 | | 8 | 25- 4 | −21 | | 575 |

Janvier (suite).

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|
| 25- 4 | −23 | | 166 |
| 25- 1 | −12 | | 9 |
| 25- 4 | −13 | | 23 |
| 31 | −18 | | 2 |
| | −17° | +14° | |

Février 1893. 0,00.

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|
| 30-11 | | +14 | 80 |
| 26- 6 | | +24 | 50 |
| 26- 7 | | +13 | 43 |
| 30 | −20 | | 4 |
| 31- 7 | −20 | | 15 |
| 30 | | + 7 | 5 |
| 4- 9 | −22 | | 17 |
| 6- 9 | −15 | | 24 |
| 6 | −15 | | 2 |
| 6- 7 | − 4 | | 1 |
| 7 | − 5 | | 1 |
| 7 | −26 | | 1 |
| 6- 7 | −17 | | 5 |
| 11 | −30 | | 1 |
| 11 | −34 | | 1 |
| 11-18 | | + 5 | 4 |
| 7-11 | −22 | | 1 |
| 7 | | +10 | 1 |
| 6-17 | −11 | | 501 |
| 7 | −41 | | 2 |
| 7-11 | | +15 | 5 |
| 9-18 | −11 | | 43 |
| 9 | − 3 | | 1 |
| 9-20 | −17 | | 96 |
| 15 | − 2 | | 1 |
| 11-23 | −14 | | 239 |
| 23 | −31 | | 1 |
| 18-20 | −11 | | 1 |
| 20 | − 2 | | 1 |
| 15 | | +20 | 6 |
| 22-23 | | +13 | 9 |
| 20 | | +15 | 3 |
| 18-27 | | +14 | 16 |
| 16-28 | −15 | | 24 |
| 20-23 | −22 | | 3 |
| 22-25 | − 6 | | 1 |
| 18- 1 | | +15 | 210 |
| 22- 2 | | + 9 | 259 |
| 22- 4 | | +20 | 7 |
| 22- 4 | −19 | | 76 |
| | −17° | +14° | |

Mars 1893. 0,00.

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|
| 25- 8 | −20 | | 190 |
| 25-10 | −22 | | 21 |
| 27-11 | | + 4 | 47 |

Mars (suite).

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|
| 28 | − 8 | | 1 |
| 2 | | +10 | 2 |
| 2 | − 8 | | 1 |
| 3-11 | −19 | | 40 |
| 8 | −26 | | 2 |
| 4-11 | −16 | | 19 |
| 9-10 | | +10 | 5 |
| 9-16 | − 9 | | 11 |
| 8-15 | | +13 | 7 |
| 8-16 | −12 | | 2 |
| 9-21 | −10 | | 370 |
| 13-23 | −14 | | 6 |
| 14-22 | | +17 | 6 |
| 16-23 | −15 | | 3 |
| 16-30 | | +12 | 236 |
| 17-23 | − 5 | | 4 |
| 23-29 | −13 | | 99 |
| 20- 1 | | +22 | 238 |
| 23-28 | −21 | | 1 |
| 21-28 | −30 | | 5 |
| 23-24 | − 8 | | 10 |
| 27- 1 | − 3 | | 7 |
| 27- 1 | | +23 | 13 |
| 27- 5 | −19 | | 165 |
| 25- 1 | | +16 | 46 |
| | −15° | +14° | |

Avril 1893. 0,00.

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|
| 30 | −36 | | 1 |
| 29- 4 | | +16 | 10 |
| 27- 8 | −13 | | 101 |
| 31-11 | | +12 | 27 |
| 8 | −14 | | 1 |
| 4-12 | −20 | | 22 |
| 6-12 | − 9 | | 6 |
| 10-14 | | + 3 | 37 |
| 11 | | +20 | 1 |
| 5-18 | − 9 | | 312 |
| 10-15 | −27 | | 89 |
| 14-21 | −16 | | 65 |
| 11-18 | | +17 | 7 |
| 11-22 | −15 | | 251 |
| 12-20 | −13 | | 17 |
| 13-24 | | +16 | 148 |
| 17-18 | | + 8 | 3 |
| 18 | −15 | | 1 |
| 19 | −17 | | 2 |
| 17-27 | | +23 | 237 |
| 17-29 | −16 | | 3 |
| 20-26 | − 7 | | 25 |
| 19-26 | | +17 | 20 |
| 21- 1 | −19 | | 6 |
| 22- 3 | −13 | | 78 |
| 22- 3 | | + 9 | 160 |
| 24- 1 | | +17 | 25 |

Avril (suite).

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|
| 29 | −24 | | 2 |
| 26- 2 | | +17 | 5 |
| 29- 1 | | +25 | 13 |
| 2 | −26 | | 2 |
| | −17° | +15° | |

Mai 1893. 0,00.

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|
| 24-26 | | +23 | 127 |
| 27- 4 | | + 4 | 47 |
| 27- 8 | −14 | | 311 |
| 29- 6 | | +12 | 7 |
| 29-10 | −21 | | 169 |
| 1-10 | −21 | | 50 |
| 2 | | +30 | 2 |
| 5- 8 | | +18 | 45 |
| 2-13 | −27 | | 170 |
| 12-13 | −12 | | 5 |
| 2-12 | −14 | | 31 |
| 3-10 | − 7 | | 12 |
| 5- 6 | − 7 | | 5 |
| 8 | −15 | | 2 |
| 10-13 | | +20 | 5 |
| 8-18 | −13 | | 52 |
| 12 | −15 | | 6 |
| 10-18 | −12 | | 42 |
| 12-20 | −13 | | 172 |
| 16-17 | | +10 | 3 |
| 16-19 | −29 | | 19 |
| 13 | −20 | | 26 |
| 20 | −16 | | 2 |
| 16-18 | − 9 | | 8 |
| 16-25 | −17 | | 101 |
| 20 | −25 | | 1 |
| 16-20 | | +21 | 8 |
| 18-20 | | +16 | 6 |
| 20 | | + 4 | 2 |
| 16-18 | | +17 | 10 |
| 19 | −14 | | 2 |
| 18 | | + 9 | 6 |
| 24-30 | | +14 | 69 |
| 25-30 | −18 | | 80 |
| 19-31 | | +12 | 80 |
| 24- 1 | −13 | | 26 |
| 24-29 | − 5 | | 4 |
| 30- 1 | −10 | | 1 |
| 24- 3 | −15 | | 16 |
| 24- 1 | | +24 | } 263 |
| 24- 1 | | +22 | |
| | −15° | +16° | |

| Dates extrêmes d'observation. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|
| *Juin 1893, 0,00.* | | | |
| 25-31 | —10 | | 4 |
| 27- 8 | —20 | | 378 |
| 29- 7 | | +12 | 37 |
| 29- 8 | —20 | | 833 |
| 6- 9 | —18 | | 31 |
| 7 | —26 | | 1 |
| 3-10 | | + 9 | 70 |
| 31-12 | | +17 | 132 |
| 6 | —28 | | 3 |
| 2-13 | —19 | | 33 |
| 13 | —28 | | 2 |
| 6-14 | | + 9 | 24 |
| 6-16 | | +12 | 133 |
| 6-17 | —14 | | 225 |
| 7-17 | —15 | | 119 |
| *Juin 1893 (suite).* | | | |
| 4 | —20 | | 1 |
| 12-19 | | +12 | 31 |
| 12-14 | — 7 | | 3 |
| 10-20 | —21 | | 252 |
| 12-17 | | +17 | 3 |
| 14-20 | —22 | | 2 |
| 16-21 | | +12 | 9 |
| 19 | | +18 | 2 |
| 20 | — 2 | | 1 |
| 19 | — 9 | | 1 |
| 14-19 | | +15 | 21 |
| 19-23 | | +15 | 184 |
| 19-23 | | + 1 | 36 |
| 14-17 | —15 | | 24 |
| 20-22 | —22 | | 3 |
| *Juin 1893 (suite).* | | | |
| 21 | | +40 | 1 |
| 20-23 | | +16 | 3 |
| 27 | | + 2 | 1 |
| 22-28 | | +14 | 21 |
| 20-21 | —15 | | 5 |
| 22 | — 8 | | 2 |
| 26-27 | —18 | | 2 |
| 23-30 | —29 | | 48 |
| 23-30 | —12 | | 227 |
| 22-30 | —21 | | 9 |
| 27 | —21 | | 2 |
| 27 | | + 1 | 1 |
| 27- 3 | —22 | | 6 |
| | —18° | +13° | |

**Tableau II.** — *Distribution des taches en latitude.*

| | Sud. 40°-30°. | 30°-20°. | 20°-10°. | 10°-0°. | Somme. | Nord. Somme. | 0°-10°. | 10°-20°. | 20°-30°. | 30°-40°. | Totaux mensuels. | Surfaces mensuelles |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | 2 | 6 | 15 | 6 | 29 | 14 | 5 | 6 | 3 | » | 43 | 2657 |
| Février | 3 | 5 | 12 | 6 | 26 | 14 | 5 | 9 | 1 | » | 40 | 1751 |
| Mars | » | 4 | 8 | 7 | 19 | 9 | 3 | 4 | 2 | » | 28 | 1557 |
| Avril | 1 | 3 | 11 | 3 | 18 | 13 | 3 | 8 | 2 | » | 31 | 1677 |
| Mai | » | 5 | 15 | 5 | 25 | 15 | 4 | 7 | 4 | » | 40 | 1993 |
| Juin | » | 10 | 11 | 5 | 26 | 17 | 5 | 11 | » | 1 | 43 | 2926 |
| Totaux... | 6 | 33 | 72 | 32 | 143 | 82 | 24 | 45 | 12 | 1 | 225 | 12561 |

**Tableau III.** — *Distribution des facules en latitude.*

| | Sud. 90°-40°. | 40°-30°. | 30°-20°. | 20°-10°. | 10°-0°. | Somme. | Nord. Somme. | 0°-10°. | 10°-20°. | 20°-30°. | 30°-40°. | 40°-90°. | Totaux mensuels. | Surfaces mensuelles. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | 3 | 2 | 7 | 9 | 5 | 26 | 21 | 5 | 10 | 3 | 2 | 1 | 47 | 88,0 |
| Février | 4 | 2 | 3 | 8 | 1 | 18 | 15 | » | 10 | 4 | 1 | » | 33 | 62,0 |
| Mars | » | 2 | 3 | 8 | 3 | 16 | 13 | 2 | 6 | 4 | 1 | » | 29 | 83,2 |
| Avril | » | 1 | 5 | 9 | 4 | 19 | 13 | 4 | 7 | 2 | » | » | 32 | 88,8 |
| Mai | » | 1 | 7 | 11 | 4 | 23 | 23 | 8 | 9 | 5 | 1 | » | 46 | 98,1 |
| Juin | » | 3 | 8 | 12 | 2 | 25 | 16 | 4 | 10 | 1 | 1 | » | 41 | 70,0 |
| Totaux... | 7 | 11 | 33 | 57 | 19 | 127 | 101 | 23 | 52 | 19 | 6 | 1 | 228 | 490,1 |

## MÉCANIQUE. — *Sur un théorème nouveau de Mécanique.* Note de M. N. Seiliger, présentée par M. Darboux.

« Considérons un système (A) de points matériels auxquels sont appliqués dans un instant quelconque deux systèmes (P) et (P′) de forces

instantanées. Soient (Q) et (Q′) les deux mouvements instantanés correspondants de (A).

» Cela posé, on a ce théorème :

» *Si les liaisons du système* (A) *sont indépendantes du temps, le travail des forces* (P) *par rapport au mouvement* (Q′) *est égal au travail des forces* (P′) *par rapport au mouvement* (Q).

» Corollaire. — *Si, dans le même cas, le premier travail est égal à zéro, le second travail sera aussi égal à zéro,* ce qui contient, comme un cas très particulier, le théorème si connu de M. R.-S. Ball, théorème relatif à un corps solide.

» *Démonstration.* — Rapportons le système A aux trois axes rectangulaires $(x, y, z)$ des cordonnées. Soient (X, Y, Z) les composantes des forces (P), appliquées au système (A),

$$(1) \qquad f_1 = 0, \qquad f_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad f_k = 0$$

les $k$ équations des liaisons du dernier. Le principe de d'Alembert, appliqué au système (A), nous donnera

$$(2) \qquad \sum m\left(\frac{dx}{dt}\,\delta x + \frac{dy}{dt}\,\delta y + \frac{dz}{dt}\,\delta z\right) = \sum (\mathrm{X}\,\delta x + \mathrm{Y}\,\delta y + \mathrm{Z}\,\delta z),$$

parce que les forces (P) sont instantanées. L'égalité (2) a lieu pour tous déplacements *possibles* de (A), c'est-à-dire tels qu'ils vérifient les équations

$$\delta f_1 = 0, \qquad \ldots, \qquad \delta f_k = 0,$$

dans lesquelles le temps ne varie pas. Cela posé, supposons que les liaisons $(f)$ ne contiennent pas le temps. Alors le déplacement *effectif* $(d_1 x, d_1 y, d_1 z)$ de (A), qui correspond aux forces (P′), sera toujours un de ceux qui sont possibles. Donc, seulement dans ce cas, on pourra poser, dans l'équation (2),

$$\delta x = d_1 x, \qquad \delta y = d_1 y, \qquad \delta z = d_1 z,$$

ce qui donnera

$$dt \sum m\left(\frac{dx}{dt}\,\frac{d_1 x}{dt} + \frac{dy}{dt}\,\frac{d_1 y}{dt}\,\frac{dz}{dt}\,\frac{d_1 z}{dt}\right) = \sum (\mathrm{X}\,d_1 x + \mathrm{Y}\,d_1 y + \mathrm{Z}\,d_1 z),$$

égalité qui démontre le théorème, parce que le premier membre est symétrique par rapport aux deux mouvements du système (A), le second exprime le travail des forces (P) par rapport au mouvement (Q′). »

OPTIQUE. — *Sur la marche de la lumière à travers un système de lentilles sphériques*. Note de M. **C.-L.-V. Charlier**, présentée par M. Callandreau.

« Il existe bien des recherches sur l'aberration sphérique des lentilles, mais il n'en est aucune qui traite cette question d'une manière aussi complète qu'on pourrait l'exiger pour la construction pratique des verres astronomiques. Le plus souvent on s'est borné à considérer les rayons dans le même plan que celui de l'axe optique, quoique pour les exigences de la Photographie céleste aussi bien que pour celles des opticiens pratiques les rayons obliques soient au moins de la même importance. C'est par ces raisons que je me suis proposé de donner une théorie plus complète de ces phénomènes.

» D'abord je détermine l'équation générale de la *courbe d'aberration*. Voici ce que j'entends par ce nom.

» Nous considérons un système de lentilles sphériques dont tous les centres sont situés sur la même ligne : l'axe du système.

» Par le point où cet axe rencontre la première surface réfringente, nous menons un plan perpendiculaire à l'axe : le plan fondamental. Et dans ce plan nous considérons un cercle de rayon $\varkappa$, dont le centre est sur l'axe du système.

» Si nous suivons tous les rayons issus d'un point et passant par ce cercle avant de traverser les lentilles du système, il est clair qu'ils doivent tracer dans un plan quelconque perpendiculaire à l'axe une courbe déterminée.

» Je nomme cette courbe *la courbe d'aberration* pour le rayon $\varkappa$.

» En suivant la même route que celle qu'a suivie Gauss dans son célèbre Mémoire sur les lentilles épaisses, mais en considérant les termes du troisième ordre, j'ai obtenu pour cette courbe les propriétés suivantes :

» La courbe d'aberration est une courbe du quatrième degré et de genre zéro.

» Les coordonnées de cette courbe peuvent être représentées par des fonctions trigonométriques d'un angle dans le plan fondamental $\varphi$ de la forme suivante

$$\begin{aligned} y &= (\mu_0 + \mu_1 \sin\varphi)\cos\varphi, \\ z &= \lambda_0 + \lambda_1 \cos\varphi + \lambda_2 \cos^2\varphi. \end{aligned}$$

» C'est des valeurs de ces cinq constantes $\mu$ et $\lambda$ que dépend essentiellement la bonté de l'objectif.

» La discussion sur la détermination la plus favorable de ces constantes ainsi que sur la construction la plus convenable des objectifs astronomiques sera l'objet d'un Mémoire qui paraîtra bientôt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés carboxylés de la diméthylaniline (acides diméthylamidobenzoïques).* Note de M. **Charles Lauth**, présentée par M. Schützenberger.

« On a déjà constaté dans quelques cas que les dérivés monosubstitués de la diméthylaniline donnent des réactions différentes suivant la nature et la position du groupe qui remplace un atome d'hydrogène. Dans le présent travail, je me suis proposé de préparer et d'étudier les trois diméthylanilines carboxylées (acides orthodiméthyl-paradiméthyl-métadiméthylamidobenzoïques) de la formule $C^6H^4\begin{cases}COOH\\Az(CH^3)^2\end{cases}$ pour déterminer l'influence du groupe CO.OH et de sa position dans la molécule, sur les propriétés des trois isomères.

» *Acide orthodiméthylamidobenzoïque.* — Je l'ai préparé par l'action de l'iodure de méthyle, à chaud, sur l'orthoamidobenzoate (anthranilate) de sodium, en milieu alcoolique. L'acide diméthylé se dépose par le refroidissement de la liqueur; on le purifie par des cristallisations dans l'eau, puis dans la benzine et enfin par une sublimation ménagée. Sa composition déterminée par l'analyse est

$$C^9H^{11}AzO^2 = C^6H^4\begin{cases}COOH\\Az(CH^3)^2\end{cases}.$$

(Il se forme en même temps un iodure quaternaire $C^6H^4\begin{cases}COOH\\Az(CH^3)^3I\end{cases}$, qui donne, avec l'oxyde d'argent, l'hydrate correspondant $C^6H^4\begin{cases}COOH\\Az(CH^3)^3OH\end{cases}$. Ces deux corps se décomposent facilement sous l'influence de la chaleur, en perdant de l'acide carbonique et donnant naissance à la diméthylaniline.)

» L'acide orthodiméthylamidobenzoïque est un corps cristallisé en longues aiguilles fondant à 175°, solubles dans 500 parties d'eau froide, très solubles dans l'alcool, l'éther et le benzène. Ces solutions sont douées

d'une belle fluorescence bleue. Il possède les propriétés générales des acides amidés, se combine avec les acides, de même qu'avec les alcalis.

» Il ne forme pas de composé nitrosé ([1]) avec l'acide nitreux. Il se combine aux corps diazoïques en donnant ainsi des matières colorantes variant du jaune à l'orangé et au brun.

» Soumis à l'action des oxydants, notamment du chlorure de cuivre ou du chloranile, il se transforme en une belle matière colorante, rouge violet, qui après purifications par le benzène, les alcalis et l'éther, possède la composition suivante :

$$OH = C \begin{cases} C^6H^3.CO^2H.Az(CH^3)^2, \\ C^6H^3.CO^2H.Az(CH^3)^2, \\ C^6H^3.CO^2H.AzH^2. \end{cases}$$

C'est une rosaniline tricarboxylée, tétraméthylée ou un mélange de produits polyméthylés. Elle possède les propriétés générales des dérivés colorés du triphénylméthane, mais la présence du groupe $CO^2H$ lui donne des caractères spéciaux : elle est soluble dans les alcalis et est précipitée de sa solution par les acides, contrairement aux colorants ordinaires de cette série; elle teint les mordants métalliques (spécialement l'oxyde de chrome); d'autre part, elle teint la laine, et le coton préparé au tannin, ainsi que le font les colorants basiques. Comme on le voit, l'acide orthodiméthylamidobenzoïque se comporte vis-à-vis des agents d'oxydation comme la diméthylaniline elle-même dont il ne diffère d'ailleurs que par la substitution d'un groupe CO.OH à 1 atome d'hydrogène.

» Il se condense avec le tétraméthyl-diamido-benzhydrol en produisant, après oxydation par $PbO^2$, un violet très bleu (rosaniline monocarboxylée, hexaméthylée).

» Enfin avec l'aldéhyde benzoïque et cette aldéhyde métanitrée, il donne de très beaux bleus solubles dans les alcalis et teignant le coton mordancé, de même que la laine et le coton tanné. La réaction est la suivante :

$$2C^6H^4 \begin{cases} COOH \\ Az(CH^3)^2 \end{cases} + C^6H^5.CHO + O = OH-C \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^3 \begin{cases} CO.OH \\ Az(CH^3)^2 \end{cases} \\ C^6H^3 \begin{cases} COOH \\ Az(CH^3)^2 \end{cases} \end{cases}.$$

([1]) Ce fait peut être rapproché de l'observation de M. Grimaux relative à l'orthoanisidine diméthylée qui ne fournit pas non plus de corps nitrosé. Cette particularité semble donc assez générale aux dérivés orthosubstitués.

» Ainsi l'introduction du groupe CO OH dans la diméthylaniline détermine, dans ces conditions, la formation d'un bleu au lieu du vert (malachite), que l'on obtient avec la diméthylaniline.

» *Acide paradiméthylamidobenzoïque.* — Il a été également préparé par l'iodure de méthyle.

» Sous l'influence des agents d'oxydation il ne donne pas trace de matière colorante; en effet, la place para où la soudure devrait se faire n'est pas libre : il ne peut y avoir réaction. Avec les agents de condensation (hydrol, aldéhydes benzoïques), il n'en est plus de même : il se forme des matières colorantes, mais elles ne sont plus carboxylées; c'est du violet de rosaniline hexaméthylé et du vert malachite que l'on obtient. L'acide carbonique a été éliminé, la tendance qu'ont eue les corps mis en présence à se souder, l'ayant emporté sur la force qui retenait $CO^2H$ fixé au noyau.

» *Acide métadiméthylamidobenzoïque.* — Cet acide, préparé soit par l'action de l'iodure de méthyle sur le métamidobenzoate de sodium, soit par la transformation de la benzobétaïne de Griess, ne donne pas de matières colorantes par oxydation; il n'en donne pas davantage avec les aldéhydes et en fournit des traces avec l'hydrol.

Les trois acides dont il vient d'être question peuvent être aisément caractérisés et distingués les uns des autres au moyen du bioxyde de plomb en présence d'acide acétique; chacun d'entre eux donne avec ce réactif des colorations spéciales.

» Des faits précédents il résulte que l'introduction du groupement CO.OH dans la diméthylaniline en remplacement d'un atome d'hydrogène, et la position occupée par lui par rapport à l'amidogène dans la molécule, donnent à chacun des isomères obtenus des propriétés particulières, notamment au point de vue de la genèse des matières colorantes : lorsque la position occupée est ortho, on obtient des matières colorantes carboxylées, solubles dans les alcalis et capables de teindre les mordants métalliques; lorsqu'elle est para, on obtient des colorants non carboxylés et identiques avec ceux de la diméthylaniline elle-même; lorsqu'elle est méta, l'aptitude à former des matières colorantes a presque complètement disparu [1]. »

---

[1] Collège de France. Laboratoire de M. Schützenberger.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la température de cuisson du pain.* Note de M. **Aimé Girard.**

« Dans la Note présentée le 16 octobre 1893, à l'Académie des Sciences, par M. Balland, au sujet de la température de cuisson du pain, un malentendu s'est glissé que je crois devoir dissiper. La question, en effet, présente, à des points de vue divers, une grande importance.

» Ce n'est pas dans *quelques cas* seulement que j'ai vu cette température atteindre 101°, c'est dans *tous les cas*. Il y a longtemps qu'en disposant des thermomètres à maxima au milieu de la masse panaire, j'ai, pour la première fois, fait cette observation. Je l'ai depuis renouvelée bien souvent tant en boulangerie qu'en biscuiterie, et c'est ce chiffre de 101° précisément que, dans mon enseignement au Conservatoire des Arts et Métiers, j'indique comme représentant la température normale à laquelle dans le four se trouvent portés le pain et le biscuit, lorsque la cuisson est satisfaisante. »

ZOOLOGIE. — *Étude sur la reproduction des Guêpes.* Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La Guêpe qui a servi à la majorité de mes observations est la Guêpe commune, nidifiant sous terre, la *Vespa germanica*, dont la multiplication effrayante a été cette année l'origine d'un véritable fléau pour notre agriculture.

» Les problèmes que je me suis proposé de résoudre sont les suivants : Y a-t-il dans l'innombrable colonie qui habite le guêpier d'autres pondeuses que la mère fondatrice ou reine mère, considérée habituellement comme la seule génératrice de toute la population du nid? En d'autres termes, y a-t-il, parmi les guêpes connues sous le nom d'*ouvrières* ou de *neutres*, des individus capables de se reproduire? — Si ces ouvrières fécondes existent, sont-elles capables de se reproduire sans le concours des mâles, c'est-à-dire par parthénogenèse? — Enfin, en supposant ces conditions réalisées, quel sera le sexe des individus engendrés?

» J'ai institué sur la Guêpe commune des expériences destinées à jeter la lumière sur ces différentes questions, qui, ainsi qu'on le sait, ont été

fort controversées, malgré les observations de valeur, mais incomplètes, faites par Leuckart, et les beaux travaux de Siebold sur les Polistes. Voici, parmi mes expériences, l'une des plus probantes : le 15 juillet, c'est-à-dire un mois environ avant l'apparition des mâles, qui, chez les Guêpes souterraines, ne commencent à éclore que vers la moitié du mois d'août, je m'empare d'un nid de *Vespa germanica*, dont la population se compose de la reine-mère et d'une nombreuse colonie d'ouvrières. Le 21, je supprime la reine; je dispose ensuite dans une cage, dont je n'ai pas ici à décrire l'agencement, un fragment de nid, après avoir eu soin de détruire dans ses cellules tous les œufs et toutes les jeunes larves, de façon à ne laisser uniquement que les grosses, prêtes à se transformer, et j'introduis dans cette cage une centaine de guêpes de la colonie. En peu de temps, elles ont construit une enveloppe de papier autour du fragment de nid que je leur ai livré, et le 13 août, c'est-à-dire vingt-trois jours après le commencement de l'expérience, lorsque je m'enquiers du résultat, je trouve dans les cellules 37 œufs, 35 jeunes larves, et une cinquantaine de larves grosses ou moyennes : 27 des plus grosses sont examinées; elles présentent toutes sur le dos une grande tache géminée grisâtre, correspondant, ainsi que j'ai pu m'en assurer, aux testicules vus par transparence : ce sont des mâles. Je laisse les autres larves en place, et rends le fragment de nid aux ouvrières.

» Le 29 août, c'est-à-dire trente-neuf jours après le début de l'expérience, je procède de nouveau à son examen. Je constate, cette fois, que les guêpes ont détruit un assez grand nombre de leurs larves : il en reste pourtant assez pour corroborer encore les résultats précédents; je trouve dans les cellules treize larves, la plupart d'assez grosse taille et qui sont toutes du sexe mâle; il y a en outre quatre cellules qui se sont operculées depuis le 13 août et qui contiennent trois nymphes mâles et une larve mâle prête à se transformer; enfin un certain nombre de cellules présentent des œufs ou de très jeunes larves sortant de l'œuf. Ainsi l'examen révèle sur quarante-quatre individus produits parthénogénétiquement par les ouvrières l'existence de quarante-quatre mâles. Cette expérience, ayant été faite en captivité et un mois avant l'apparition des mâles adultes, exclut toute espèce de cause d'erreur et établit d'une façon indiscutable : 1° l'existence de la ponte parthénogénétique des ouvrières; 2° la faculté que possèdent leurs œufs de se développer complètement, sans avoir été fécondés préalablement par un mâle; 3° la nature exclusivement mâle des individus qu'elles engendrent ainsi par parthénogénèse. Ces résultats sont entièrement conformes à ceux obtenus par Siebold sur les Polistes.

» Dans le courant d'août, j'ai obtenu des pontes d'ouvrières si abondantes que les guêpes, n'ayant plus assez du fragment de nid que je leur donnais, dérogeaient à leurs habitudes, et déposaient jusqu'à trois et quatre œufs dans la même cellule.

» Le réceptacle séminal des ouvrières fécondes que j'ai examinées à ce point de vue fut toujours trouvé clair et exempt de spermatozoïdes. Le réceptacle séminal de la reine mère contenait en revanche de nombreux spermatozoïdes jusqu'à la fin de la saison.

» La ponte parthénogénétique des ouvrières, qui paraît devoir commencer en juillet, atteint son maximum pendant le mois d'août : à cette époque, à peine les ouvrières étaient-elles mises en cage qu'elles se mettaient à pondre. Puis la ponte diminue, et, dans la seconde quinzaine de septembre, sur 80 ouvrières que je dissèque et qui sont prises soit au vol, soit dans le nid, je n'arrive pas à en trouver une seule féconde. Ici, je dois attirer l'attention sur un phénomène fort curieux qui nous éclairera sur les causes intervenant dans la production des ouvrières fécondes : Ayant conservé en captivité, pour une expérience dont je n'ai pas ici à parler, des ouvrières provenant d'un nid pris le 17 septembre, je trouvai en disséquant, le 18 octobre, les 30 survivantes de l'expérience, une proportion de $\frac{1}{3}$ d'ouvrières fertiles : elles avaient du reste pondu abondamment ; or, l'examen des ovaires de 60 ouvrières du même nid, prises dans les mêmes conditions et disséquées au moment de la capture du nid, ne put me faire constater que leur complète stérilité. Dans une autre expérience faite à la même époque, j'ai eu une proportion de $\frac{1}{6}$ d'ouvrières fécondes, alors qu'il m'était impossible d'en rencontrer parmi celles que je prenais au dehors. Il résulte clairement de là que la nourriture abondante que je donnais à mes guêpes, consistant principalement en miel et en viande crue, jointe à leur vie sédentaire, déterminait la fécondité de certaines d'entre elles. Il y a donc parmi les guêpes ouvrières, trop souvent désignées sous la dénomination fausse de neutres, un nombre considérable d'individus ayant une prédisposition à devenir féconds, et il suffit d'une nourriture abondante pour déterminer cette fécondité. C'est ainsi que nous devons expliquer que l'apogée de leur ponte coïncide avec la période de l'année où la nourriture est le plus abondante; puis, à mesure que les journées de travail deviennent plus courtes et les vivres plus rares, leur nombre diminue jusqu'à ce qu'elles disparaissent entièrement.

» Les notes que j'ai prises sur la variation que subit la proportion des larves mâles et des larves femelles renfermées dans un nid, suivant l'époque à laquelle le nid est capturé, montrent que le nombre des mâles

dans une colonie croît en raison de la fécondité des ouvrières. Il semblerait donc exister une sorte de division du travail physiologique entre la reine et les ouvrières, la première étant chargée de la production des femelles (ouvrières comprises), et les secondes, de la production des mâles. Nous devons cependant faire des réserves sur la réalité d'une spécialisation aussi complète pour ce qui regarde la reine; car, si l'on peut obtenir des pontes provenant exclusivement d'ouvrières en éliminant la reine, l'expérience inverse, consistant à obtenir une ponte exclusive de reine, présente des difficultés qui, d'après mes essais variés, paraissent insurmontables. Et, d'autre part, l'étude des nids, et ce fait, que l'on continue à voir des larves mâles se développer dans les cellules, alors que l'on ne peut plus trouver d'ouvrières fécondes en liberté, me portent fortement à penser que, au moins à la fin de la saison, la reine participe à la reproduction des mâles. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation des principes actifs chez les Tropéolées.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« Les propriétés organoleptiques bien connues des Tropéolées sont dues à une essence d'une saveur spéciale, retirée d'abord des fleurs de la grande Capucine par Cloëz (1), qui y reconnut la présence du soufre et la compara à celle des Crucifères. Plus tard, Hofmann (2) établit que, si cette huile essentielle renferme effectivement un composé sulfuré, elle est constituée en majeure partie par le nitrile alphatoluique ($C^8H^7Az$), lequel est fourni également par le Cresson alénois, et dont l'homologue supérieur, ou nitrile phénylpropionique ($C^9H^9Az$), s'obtient avec le Cresson de fontaine. Par la nature de l'essence qu'elles produisent, les Tropéolées ressemblent donc beaucoup aux Crucifères.

» La formation de cette essence est-elle due, comme chez ces dernières et comme chez les Capparidées étudiées dans une Note récente (3), à l'action d'un ferment sur un glucoside? Et, s'il en est ainsi, ces deux principes sont-ils également localisés dans des cellules différentes?

---

(1) *Note sur l'huile essentielle de Capucine* (*Soc. d'émulation pour les Sciences pharm.*, p. 36; 1848).

(2) *Ueber das ætherische Oel von Tropolæum majus* (*Bericht. der deutsch. Chem. Gesellsch.*, p. 515; 1874).

(3) *Sur la localisation des principes actifs chez les Capparidées* (*Comptes rendus*, 9 oct. 1893).

» Récemment, M. W. Spatzier ([1]) a trouvé de la myrosine dans la graine du *Tropæolum majus* L., mais il conclut à son absence dans la tige et les feuilles, qui présentent pourtant, quand on les coupe, une odeur et une saveur piquantes des plus manifestes, encore plus prononcées chez les fleurs. Dès lors, on peut se demander si l'essence existe toute formée dans ces organes, ou bien si elle prend naissance sans l'intervention de la myrosine : questions auxquelles l'auteur n'a pas essayé de répondre.

» L'étude histologique et l'expérience montrent que les observations de M. W. Spatzier ne sont pas exactes : on peut, en effet, non seulement reconnaître dans les organes végétatifs, aussi bien que dans la graine, la présence de la myrosine, mais encore en extraire ce ferment et le caractériser par le dédoublement qu'il exerce sur le myronate de potassium. Voici d'abord, au point de vue de la localisation, ce qu'on observe dans la grande Capucine.

» I. La racine possède, dans son parenchyme cortical et libérien secondaires, de nombreuses cellules à myrosine, qui ne diffèrent guère des éléments voisins que par la nature de leur contenu, facile à mettre en évidence par les réactifs appropriés. Une racine de $1^{mm}$ de diamètre environ offre souvent, sur la coupe transversale, une cinquantaine de cellules à ferment.

» La tige en est également pourvue, surtout dans son assise sous-épidermique ; mais, si les cellules à myrosine s'y trouvent de même en assez grand nombre, elles y sont bien moins riches en ferment que dans la racine. Parfois même, tout un groupe de cellules du parenchyme cortical, formant une sorte de nodule, présentent les réactions du ferment. Il en existe aussi quelques-unes dans le tissu libérien, d'ailleurs toujours très réduit, des faisceaux conducteurs.

» Dans la feuille, le contenu albuminoïde très abondant des éléments du parenchyme masque en grande partie les réactions de la myrosine, qui paraît être répartie dans un grand nombre de cellules, et dont la localisation ne peut dès lors être précisée avec la même certitude que dans les autres organes.

» Les caractères distinctifs des cellules à ferment deviennent beaucoup plus nets dans la fleur, surtout si l'on étudie l'éperon, où les principes actifs sont plus abondants que dans les autres parties florales. Dans cet appendice, en effet, la myrosine se rencontre dans la plupart des cellules de

---

([1]) *Ueber das Auftreten und die physiologische Bedeutung des Myrosins in der Pflanze* (*Pringsh. Jabrb.*, p. 55; 1893).

l'assise sous-épidermique externe, mais en plus forte proportion que dans l'assise correspondante de la tige. Parfois aussi, le parenchyme de l'éperon offre, dans son épaisseur, quelques amas cellulaires riches en ferment. On observe aussi des cellules à myrosine dans la paroi ovarienne et même dans le tégument des ovules. Quant à celles de la graine, qui seules ont été aperçues par M. Spatzier, elles sont disséminées en grand nombre dans tout le parenchyme de l'embryon.

» 2. L'expérience confirme entièrement les données précédentes fournies par l'observation microchimique des divers organes.

» Tout d'abord, si l'on traite par l'eau quelques grammes de racine, de tige, de feuilles ou de fleurs contusées et qu'on évapore ensuite le liquide à une température voisine de 50°, de façon à chasser l'essence formée, sans altérer le ferment, on constate que le résidu repris par l'eau et à peu près inodore dégage de l'essence de moutarde si on l'additionne de myronate de potassium : ce qui démontre l'existence de la myrosine dans les organes en question.

» En outre, le liquide obtenu par l'action de l'eau froide ou tiède sur ces mêmes organes fournit à l'aide de l'alcool un précipité complexe, qui décompose de même le myronate de potassium en solution aqueuse, phénomène qui ne peut être attribué qu'à la présence de la myrosine, seule substance connue jusqu'ici comme pouvant déterminer, dans les conditions de l'expérience, le dédoublement de ce glucoside.

» Ces résultats donnent à penser que, puisque la myrosine se rencontre dans les organes aériens, contrairement à l'opinion de l'auteur précédemment cité, son rôle doit y être le même que dans la graine, dont la poudre sèche est inodore et ne dégage de l'essence qu'en présence de l'eau. On peut en effet s'en convaincre par une expérience directe, qui démontre la non-préexistence de l'huile essentielle dans les organes verts de la Capucine. Pour cela, il faut recourir à des réactions assez sensibles pour déceler dans un liquide donné une très minime quantité d'essence, et opérer sur les feuilles, par exemple, dans des conditions telles que, si l'essence n'y préexiste pas, il ne puisse s'en former.

» Comme l'essence fournie par les divers organes renferme toujours du soufre, ainsi que je m'en suis assuré, on peut se fonder sur l'action de la potasse pour transformer ce corps en sulfure, dont les moindres traces sont mises en évidence par le nitro-prussiate de soude. Pour éviter toute formation d'essence, le limbe foliaire est séparé du pétiole sous l'alcool absolu et plongé dans de l'alcool au même degré et bouillant. Dans ces conditions, le ferment est rendu complètement inactif. Le limbe étant ensuite

broyé et laissé quelque temps dans l'alcool, s'il existait de l'essence toute formée, elle se trouverait en solution dans le liquide. Or, en distillant ce dernier et en recherchant le soufre dans les conditions appropriées, on n'obtient qu'un résultat négatif, même quand on opère sur une trentaine de grammes de feuilles ou de fleurs; tandis que, dans la contre-épreuve, c'est-à-dire en broyant d'abord les tissus en présence de l'eau froide avant de les traiter dans des conditions comparables, il suffit de quelques grammes seulement pour pouvoir mettre le soufre en évidence. Par conséquent, l'essence ne préexiste pas plus dans les parties aériennes que dans la graine de la Capucine.

» Les mêmes résultats sont fournis par d'autres espèces de Tropéolées, avec cette différence peu importante que souvent les organes végétatifs y sont moins riches en principes actifs.

» En résumé, dans cette famille, tous les organes renferment de la myrosine, localisée dans des cellules distinctes de celles qui contiennent le glucoside qu'elle décompose pour donner l'essence; cette dernière ne préexiste pas dans les tissus et ne peut se former sans l'intervention du ferment. Les Tropéolées offrent donc, à cet égard, une analogie complète avec les Crucifères et les Capparidées [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de la gismondine dans les géodes d'un basalte des environs de Saint-Agrève (Ardèche).* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai récemment découvert dans l'Ardèche, aux environs de Saint-Agrève, un basalte renfermant, dans les géodes sporadiques, de jolis cristaux de gismondine associée à quelques autres zéolithes.

» Lorsque, partant de Saint-Agrève, on prend la route de Labâtie d'Andaure, on trouve, à environ $2^{km}$ de là, sur la gauche de la route, et à $500^{m}$ ou $600^{m}$, une petite ferme connue dans le pays sous le nom de *Chabane*.

» Il n'y a pas là de carrière, à proprement parler; mais, de même que sur certains points du Forez, et notamment dans les bois de Verrières, sur la route de Montbrison à Saint-Anthême, le basalte ne produit ici ni coulées, ni nappes recouvrant des formations plus anciennes; il vient, pour ainsi dire, mourir à la surface du granit qu'il a traversé, et qu'il pénètre comme l'eau pénètre une éponge. Le fermier extrait çà et là, à temps

(1) Le travail résumé dans cette Note paraîtra dans le *Journal de Botanique*.

perdu, au voisinage même de sa maison, des blocs qu'il conduit ensuite à Saint-Agrève pour l'entretien de la route.

» Le basalte de Chabane est très compact, et renferme dans ses vacuoles, assez rares d'ailleurs, diverses zéolithes.

» La plus intéressante du groupe, eu égard à sa nouveauté relative, est la gismondine. Les géodes de ce minéral sont de faibles dimensions, $15^{mm}$ à $20^{mm}$ au plus; l'intérieur en est hérissé de pointements octaédriques. Les cristaux, d'un éclat très vif, transparents aux sommets, translucides ou opaques au centre, sont ordinairement maclés. Ils n'ont guère plus de $1^{mm}$ à $1^{mm},5$, et leurs dimensions sont souvent beaucoup moindres. Il est assez difficile d'isoler un cristal propre aux mesures goniométriques, c'est-à-dire suffisamment complet, et à faces unies et miroitantes. J'ai pu cependant obtenir un certain nombre d'incidences assez concordantes. Les meilleurs pointés m'ont conduit à :

» $b'b'$ (arête basique) de 93°3′ à 93°11′.

» $b'b'$ (arête culminante) de 120°24′ à 120°31′.

» Or, les nombres indiqués par M. Des Cloizeaux variant de 89° à 93′ et de 117° à 122°, les résultats ci-dessus peuvent être considérés comme assez satisfaisants.

» Les cristaux de gismondine, de même que ceux d'apophyllite et de christianite, s'*albinisent* parfois, et sont alors d'un blanc laiteux ou jaunâtre.

» On rencontre également des cristaux de gismondine dans l'intérieur des géodes de christianite, plus fréquentes que les premières.

» Cette christianite, de même que celle de Verrières, paraît offrir la macle simple de la morvénite.

» A ces deux zéolithes vient s'associer, mais rarement toutefois, la thomsonite. Cette dernière forme, comme celle du basalte de Verrières, de petits hémisphères radiés, dont la surface montre, à la loupe, la réunion des bases octogonales des petits cristaux simples, aplatis suivant une diagonale des bases.

» Avec ces zéolithes on trouve encore, ainsi que dans la plupart des laves anciennes à amygdales du Plateau central que j'ai eu occasion d'étudier, une substance amorphe, opaque, résidu de leur cristallisation; de couleur verdâtre, bleu verdâtre, blanche, etc., elle se désagrège facilement au contact de l'eau, et se réduit en menus fragments.

» Ces associations minérales du basalte de Chabane reproduisent celles de la même roche des environs de Giessen (Hesse-Darmstadt) et, en par-

ticulier, celles de Schiffenberg, étudiées par M. Streng et par M. Des Cloizeaux.

» Un dernier membre de ces associations est le suivant :

» Sur les parois des géodes de christianite ou de gismondine se sont formés des cristaux blonds, d'un jaune d'or ou rougeâtres comme certaines blendes d'Espagne; ce sont des prismes hexagonaux parfois très réguliers; ils sont les axes des dépôts cristallins ultérieurs de christianite, comme les fils que l'on place dans les bassines de sucre candi. Ils appartiennent à la sidérose, et j'ai même trouvé sur l'un de mes échantillons un peu de pyrite à côté de ces cristaux. Le minéral originaire est donc la pyrite, transformée plus tard en sidérose par l'acide carbonique emprisonné dans la lave. C'est là un fait assez rare, je crois, et que j'ai constaté pour la première fois dans un basalte. Ils disparaissent parfois, et laissent un vide prismatique très net dans la masse zéolithique.

» L'ordre de formation de ces diverses substances paraît donc avoir été le suivant : pyrite, sidérose, christianite, enfin gismondine et christianite.

» Pour compléter la liste des minéraux que j'ai observés dans le basalte de Chabane, il me reste à citer un silex blanc laiteux empâté par lui, ainsi que des grains de magnétite et de rares nodules de péridot. »

GÉOLOGIE. — *Fractures des terrains à charbons du sud du Chili.* Note de M. **A.-E. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Si l'on jette les yeux sur une Carte de la côte chilienne du Pacifique, on voit, depuis la baie de Talcahuano jusqu'au sud de Lebu, une bande de terrain d'un système arénacé, de formation marine, qui pénètre assez profondément dans la vallée longitudinale. Ce *terrain à lignites,* à faune crétacée et tertiaire, s'est déposé dans une série de baies et de fonds plus ou moins encaissés entre les montagnes de la Cordillère dite *de la côte.* Dans cette Note je ne m'occupe ni de l'âge, ni de la faune de cette intéressante formation qui donne au Chili ses charbons usuels, je ne m'occuperai que des fractures qui l'ont disloquée.

» Les dépôts arénacés à lignites de Talcahuano, Penco, Santa Ana, Tomé, Lota, Coronel, Colico, Curanilahue reposent sur les schistes anciens ou sur les granites plongeant en stratification discordante; les roches anciennes sont inclinées à 45° au minimum, tandis que les dépôts

arénacés à lignites plongent de 18° à 20° seulement. De Talcahuano à Curanilahue, y compris cette localité, les couches du système arénacé sont relevées à l'est et plongent à l'ouest sous la mer; leur direction générale est nord-sud. Mais quand on a passé le rio Pilpico, au sud de Curanilahue, un affluent du rio Lebu, l'inclinaison de tout le système change, et les couches plongent à l'est et se relèvent à l'ouest. Le phénomène est surtout remarquable aux mines de charbon de Lebu, où l'on voit sur les hautes falaises du Pacifique les couches de grès blancs relevées à l'ouest, tandis qu'à Lota, Coronel ces grès plongent sous la mer et l'exploitation du charbon est sous-marine.

» Dans cette région de lignites de Talcahuano à Lebu, nous reconnaissons *une grande faille est-ouest que nous appelons* « *faille de Lebu* ». Au nord de cette faille les couches plongent à l'ouest; au sud, elles plongent à l'est. Les failles secondaires, comme celle du *rio de las Plegarias* à Curanilahue, n'ont fait que porter à des niveaux différents les mêmes couches de lignites.

» Une autre faille nord-sud, celle du *rio Carampangue*, a déterminé des dénivellations entre les couches de Colico et de Curanilahue, ainsi que dans la région de Arauco.

» Sur les bords du Bio-Bio, une autre faille nord-sud, parallèle à celle de Carampangue, a disloqué les couches schisto-arénacées de Gomero, Santa-Juana, Cualquinhue, avec anthracite. La roche dominante est une arko-quartzite (quartzite formée de quartz et de feldspath) inclinée au sud-est, puis relevée verticalement au contact des diorites et renversée.

» En résumé, depuis San Rosendo à Lebu, nous constatons : 1° un système de failles parallèles nord-sud qui ont affecté les terrains anciens; 2° un système de failles parallèles est-ouest qui ont disloqué le terrain arénacé à lignites; 3° un système de failles secondaires qui ont déterminé des changements de niveaux dans cette même formation. »

PALÉONTOLOGIE. — *Caractères généraux des bogheads à Algues.* Note de MM. C.-Eug. Bertrand et B. Renault, présentée par M. Albert Gaudry.

« De l'étude du boghead d''Autun, du *Kerosene shale* d'Australie et de la *Torbanite* brune d'Écosse, il ressort les conclusions suivantes qui seront développées dans des Mémoires spéciaux.

» 1. Il existe une classe de charbons très simples formés par l'accumulation des thalles d'une seule espèce d'algues gélatineuses dans un précipité ulmique.

» 2. Ces dépôts végéto-ulmiques indiquent des périodes tranquilles où les *fleurs* d'eau ont pullulé au point de couvrir la surface des eaux brunes. Dans le même temps, une abondante végétation terrestre répandait dans l'air des nuages de pollen ou de spores.

» 3. Ces accumulations végéto-ulmiques se sont formées sur l'emplacement même où les algues ont vécu. Il n'y a pas eu de phénomène de *transport* ou de charriage. Les acides bruns se précipitaient sous l'action d'eaux calcaires. Les algues encore vivantes pleuvaient sur le fond. Le pollen ou les spores macérés tombaient avec les algues. Dans leur précipitation, les matières ulmiques englobaient en même temps de menus débris flottés.

» 4. Il n'y a pas eu d'altération, ni de pourriture dans ces dépôts végéto-ulmiques. En quelques points restreints, des infiltrations noires se sont produites et le *Bretonia Hardingheni* a commencé à envahir les dépôts.

» 5. Les dépôts végéto-ulmiques qui ont donné ces trois bogheads ont été pénétrés par des infiltrations brunes qui sont probablement de nature bitumineuse. Il n'est pas impossible que ce bitume doive son origine à la décomposition de grandes masses végétales émergées placées non loin de là, comme cela se voit de nos jours au lac de la Bréa. Ce bitume arrivait, non en grandes masses, mais en fines gouttelettes qui souvent s'attachaient aux menus débris végétaux flottés. Peu à peu le bitume les enveloppait, les injectait et les imprégnait.

» 6. Ces dépôts se sont faits très rapidement. Les bandes pures de la couche ne représentent, par exemple, que l'accumulation d'une saison. Le mot *saison* signifie ici une période ininterrompue de végétation, le temps des basses eaux ou la saison sèche. Les bandes pures ne sont que des incidents dans une formation schisteuse. Ces incidents se sont répétés un grand nombre de fois.

» 7. Les bogheads à algues peuvent être associés aux houilles ordinaires, *soit qu'ils les précèdent, soit qu'ils les suivent, soit qu'ils forment des lits intercalés dans les bancs de houille, soit que la houille forme des lentilles dans les bogheads. Les clivages de la houille ne s'étendent pas aux masses de boghead qu'elle enferme ou qui l'englobent.*

» 8. Les bogheads à algues peuvent être liés à des minerais de fer, oxydes, carbonates ou pyrites.

» 9. Ce sont les algues qui donnent à chacun de nos trois bogheads ses *caractères propres*. Le boghead d'Autun contient le *Pila bibractensis*, le Kerosene shale contient le *Reinschia australis*, la Torbanite contient un autre *Pila*. Le boghead existe là où existe son algue et seulement là. Un thalle isolé a donné un point de boghead. Un lit d'algues a donné un lit de boghead. Tous les autres éléments d'un boghead étant réunis, on a une couche charbonneuse qui n'a pas les caractères du boghead, si l'algue fait défaut.

» 10. La rétraction des thalles dans nos trois bogheads a été faible, environ 2,6 en hauteur et 1,6 horizontalement.

» 11. Les schistes à boghead sont caractérisés par leur trame qui est un précipité ulmique gélatineux chargé de menues parcelles végétales flottées et de poussières végétales, spores, pollen, etc. Ils contiennent les algues de ces bogheads, ils sont dépourvus de parcelles clastiques. De nombreux cristaux d'origine secondaire se sont développés et alignés dans la trame gélatineuse fondamentale.

» 12. Parmi les corps jaunes des charbons pris dans un sens général, il en est donc qui représentent les parois cellulaires de végétaux inférieurs. Le boghead d'Autun, le Kerosene shale et la Torbanite nous en offrent de très beaux exemples.

» 13. Aux diverses géloses correspondent des variantes dans les corps jaunes étudiés. Les corps jaunes produits par les parois des grains de pollen et des spores diffèrent de ceux qui ont été engendrés par les parois des thalles de Reinschias ou de Pilas. Ceux qui ont été produits par les thalles *gommifiés* sont d'une autre sorte que ceux qui ont été produits par les thalles sains.

» 15. Le Kerosene shale nous prépare à l'étude des bogheads à corps jaunes amorphes, soit que cet aspect amorphe résulte de l'altération des thalles générateurs avant l'enfouissement, cas des thalles gommifiés, soit que ces corps jaunes amorphes représentent des thalles à très petites cellules dont le protoplasme est imparfaitement teinté, cas des jeunes thalles.

» 16. Il y a des corps jaunes d'origine animale. Les cartilages, les coprolithes, *et même les parties molles des animaux* enfouies dans la matière ulmique en ont produit. Lorsque ces corps sont volumineux ou rassemblés en masses importantes, ils donnent des lenticules de charbon comme les squelettes de la zone schisteuse à *Protriton petrolei*, comme les coprolithes du boghead d'Autun et des schistes d'Igornay. Qu'ils soient en grands bancs ou à l'état de points isolés dans les dépôts à trame ulmique, schistes

ou bogheads, *les débris animaux ont donné chacun selon leur nature et leur degré d'altération des corps jaunes spéciaux. Nous arrivons de la sorte à des charbons de terre d'origine animale.*

» 17. Alors, comme aujourd'hui, la population animale à test calcaire semble avoir fui les eaux brunes.

» 18. Les Diatomées manquent dans nos trois bogheads. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 16 octobre 1893.

*Journal de Pharmacie et de Chimie* (fondé en 1809), rédigé par MM. Fremy, Regnauld, Lefort, Planchon, Riche, Jungfleisch, Petit, Villejean, Bourquelot et Marty. Rédacteur principal : M. Riche. N° 8, 15 octobre 1893. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Sur une mère d'astrolabe arabe du* XIII[e] *siècle* (609 *de l'hégire*) *portant un calendrier perpétuel avec correspondance musulmane et chrétienne*. Traduction et interprétation par M. H. Sauvaire, Correspondant de l'Institut, et M. J. de Rey-Pailhade, ingénieur civil des Mines. (Extrait du *Journal asiatique*.) Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

*Des méningites suppurées non tuberculeuses*, par Albert Vandremer, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris. Dijon, Darantière, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le B[on] Larrey.) (Renvoyé à la Commission du prix de Médecine et Chirurgie pour 1894.)

*L'Hydrothérapie dans les maladies chroniques et les maladies nerveuses*, par les D[rs] Beni-Barde et Materne. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoyé à la Commission du prix Bellion pour 1894.)

*Aperçu sur la flore du Gabon avec quelques observations sur les plantes les*

*plus importantes*, par Ed. Jardin, correspondant du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, etc. Paris, J.-B. Baillière, 1891; 1 br. in-8°.

*La détermination géométrique du point le plus probable donné par un système de droites non convergentes*, par M. Maurice d'Ocagne, ingénieur des Ponts et Chaussées. (Extrait du *Journal de l'École Polytechnique*, LXIII[e] cahier), Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893. (Présenté par M. Faye.)

*Traité théorique et pratique des machines dynamo-électriques*, par Silvanus P. Thompson. Traduit et adapté de l'anglais sur la quatrième édition, par E. Boistel. Paris, Baudry, 1892; 1 vol. in-8°.

*Revue météorologique. — Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie, dans l'année* 1892. Volume III. *Météorologie générale*, par A. Klossovsky. Odessa, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Les vieux arbres de Normandie. Étude botanico-historique.* (Extrait du *Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen*. Année 1839, 1[er] semestre.) Paris, Baillière et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

Sophus Lie, *Vorlesungen über continuirliche Gruppen mit geometrischen und anderen Anwendungen*. Bearbeitet und herausgegeben von D[r] Georg Scheffers. Leipzig, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. E. Picard.)

*Theorie der Transformations-Gruppen*. Dritter und letzter Abschnitt, unter Mitwirkung von Prof. D[r] Friedrich Engel, bearbeitet von Sophus Lie, Professor der Geometrie an der Universität Leipzig. Leipzig, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. E. Picard.)

*Los temblores de tierra*. Conferencia dada por el Presidente de la Sociedad cientifica de Chile, por M. A.-F. Noguès. Santiago de Chile, 1892; 1 br. in-8°.

*Descendencia del hombre i Darwinismo*, por A.-F. Noguès. (Publicada en los *Anales de la Universidad*.) Santiago de Chile, 1893; 1 vol. in-8°.

*Discurso leido en la Universidad central en la solemne inauguracion del curso academico de* 1893 *a* 1894, por el Doctor D. Alejandro San Martin y Satrustegui, catedratico de la Faculdad de Medicina. Madrid, 1893; 1 br. gr. in-8°.

*Reports of the director of the Michigan Mining school for* 1890-1892. Lansing, Mich., 1893; 1 vol. in-12.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 octobre 1893.

*Traité de Mécanique céleste*, par F. Tisserand, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, professeur à la Faculté des Sciences, directeur

de l'Observatoire. Tome III : *Exposé de l'ensemble des théories relatives au mouvement de la Lune*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-4°.

*Notice sur la vie et les travaux de* J.-J.-B. Abria, *Correspondant de l'Institut*, par G. RAYET. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1893; 1 br. in-8°.

*Exploration scientifique de la Tunisie. — Description des mollusques fossiles des terrains crétacés de la région sud des hauts Plateaux de la Tunisie, recueillis en* 1885 *et* 1886 *par M. Philippe Thomas*, membre de la Mission de l'exploration scientifique de la Tunisie, par ALPHONSE PERON. 1re et 2e Parties. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 3 fasc. in-8°, avec atlas.

*Direction générale des Douanes. — Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères, pendant l'année* 1892. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Titres et travaux scientifiques du Dr* A. BOIFFIN, professeur suppléant à l'École de Médecine de Nantes, chirurgien suppléant des hôpitaux. Paris, 1893; 1 br. in-8°.

*La symétrie sur un plan*, par FEDOROFF. Saint-Péterbourg, 1891; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

*La symétrie des systèmes réguliers des figures*, par FEDOROFF. Saint-Pétersbourg, 1890; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

*Question sur le minimum des surfaces dans la théorie de la symétrie*, par E. FEDOROFF. Saint-Pétersbourg, 1893. (Présenté par M. Hermite.)

*Exploration internationale des régions polaires*, 1882-1883. — *Observations faites au cap Thordsen, Spitzberg, par l'expédition suédoise*, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède. Tomes I et II. Stockholm, 1891; 2 vol. gr. in-4°.

*Observations météorologiques suédoises*, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède. Années 1885, 1886, 1887, 1888; 4 vol. in-4°.

CARL WILHELM SCHEELE. — *Efterlemnade bref och Anteckningar*, utgifna af A.-E. NORDENSKIOLD. Stockholm, 1892; 1 vol. in-4°.

*Konglica svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar*. Ny följd, 1886 à 1891. Stockholm; 6 vol. in-4°.

*Sveriges offentliga Bibliotek Stockholm, Upsal, Lund, Göteborg. — Accessions-Katalog*. 1886 à 1892. Stockholm; 7 vol. in-8°.

*Statistiek van den Handel de Scheepvaart en de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indie over het jaar* 1892. Batavia, 1893; 1 vol. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CINÉMATIQUE. — *Sur le joint Goubet et son application à l'hélice des navires;* par M. H. Resal.

« Étant membre du Jury de l'Exposition de 1878, mon attention s'est arrêtée sur un joint d'un nouveau système, qui m'a vivement intéressé et que jusqu'ici, au milieu de mes occupations, j'avais un peu perdu de vue. J'étais loin de me douter, à cette époque, que l'inventeur, M. Goubet, deviendrait ultérieurement le créateur de la navigation sous-marine. Ce joint, après avoir été l'objet de quelques simplifications, a permis de faire remplir à l'hélice du bateau *le Goubet* (qui appartient au Ministère de la Marine) la fonction supplémentaire du gouvernail.

» *Joint.* — Soient

$2\alpha$ l'angle de deux droites $Ix$, $Ix'$;

O, O' les intersections de ces droites avec une perpendiculaire à la bissectrice de $2\alpha$;

$A_0B_0$ une parallèle à cette bissectrice, dont O est le milieu;
$C_0D_0$ une perpendiculaire au plan $xIx'$ dont O est aussi le milieu.

» On fera la même chose pour $Ix'$ en accentuant les lettres.

» Les droites $Ox$, $O'x'$ seront les axes de deux arbres; les droites $A_0B_0$, $C_0D_0$ les branches d'un croisillon dont les extrémités cylindriques, munies d'épaulements, s'engageront respectivement dans des œils pratiqués dans un manchon et dans une fourchette terminant l'axe $Ox$.

» Peu importe la forme du manchon; en vue de réduire l'espace occupé, M. Goubet lui a donné la forme de deux enveloppes hémisphériques tronquées identiques, venues d'une seule pièce, réunies suivant leur troncature commune dont le plan passe par la bissectrice de $2\alpha$ et est perpendiculaire au plan $xIx'$.

» Au point de vue géométrique, le manchon se réduit au rectangle $A_0A'_0B'_0B_0$, dont OO' est une médiane.

» Supposons qu'on imprime à l'arbre $Ox$ une rotation $\omega$ constante ou variable, qui sera censée avoir lieu de la gauche vers la droite (sens positif des rotations) en se plaçant suivant $xO$ en ayant les pieds en O; à l'instant $t$, le rectangle ci-dessus aura tourné autour de OO' d'un angle $\theta$ avec la vitesse augulaire $\Omega = \frac{d\theta}{dt}$ et sera venu en AA'B'B, sans éprouver de déformation puisque, en raison des épaulements, les angles $A_0$, $A'_0$ restent invariablement droits.

» La rotation $\Omega$ résultera de $\omega$ et deux autres rotations, l'une $d$ suivant OD, l'autre $b$ suivant OB. En projetant successivement sur le prolongement de O'O, sur $OB_0$, $OD_0$, on a

$$(1)\qquad \begin{aligned} \omega \sin\alpha &= \Omega, \\ \omega\cos\alpha + d\sin\theta + b\cos\theta &= 0, \\ d\cos\theta - b\sin\theta &= 0, \end{aligned}$$

d'où

$$(2)\qquad d = -\omega\cos\alpha\sin\theta, \qquad b = -\omega\cos\alpha\cos\theta.$$

» Soit $\omega'$ la rotation communiquée à l'arbre $O'x'$, dont la longueur représentative sera estimée suivant le prolongement de $x'O'$. En partant de $\omega'$ pour arriver à $\Omega$, comme on l'a fait pour $\omega$, on trouve

$$(1')\qquad \begin{aligned} \omega' \sin\alpha &= \Omega, \\ a' = -a, \qquad b' &= -b. \end{aligned}$$

» Il résulte des équations (1), (1′) que $\omega = \omega'$. Ainsi le joint Goubet, dans un espace très limité, permet de transformer une rotation en une autre égale, quel que soit l'angle des deux rotations concourantes.

» Ce joint est bien supérieur à celui de Cardan qui, pratiquement, ne peut fonctionner que lorsque $2\alpha - 90^\circ$ est suffisamment petit. De plus, dans ce dernier joint, le rapport $\frac{\omega}{\omega'}$ est variable, ce qui est un autre inconvénient. Je rappellerai que ce rapport a pour limites

$$-\cos 2\alpha, \qquad -\frac{1}{\cos 2\alpha}.$$

» Le joint américain, dit de *Clémens*, a été inventé presque à la même époque que le joint Goubet dont il possède la principale propriété, savoir $\omega = \omega'$. J'en ai vu pour la première fois, et par hasard, un dessin en 1878, d'après lequel un modèle a été exécuté pour l'École Polytechnique. Ce joint présente, sur celui de M. Goubet, les désavantages suivants : 1° il exige plus d'entretien; 2° il est plus encombrant; 3° le double triangle isoscèle rotatif, qui représente son système articulé, présenterait des dangers pour les personnes qui, par mégarde, s'en approcheraient de trop près. Il s'est peu répandu en Europe et, à l'Exposition de 1889, je n'en ai vu qu'un seul spécimen.

» *Mécanisme au moyen duquel on peut faire varier l'orientation du châssis de l'hélice.* — Les arbres $Ox$, $O'x$ seront respectivement l'arbre de couche et celui de l'hélice.

» Voici, en principe, en quoi consiste la disposition adoptée par M. Goubet :

» L'arbre de couche traverse un bâti-palier (B) qui est limité à la naissance de la fourchette. Vers la partie supérieure de (B) se trouve une sorte de manivelle (L), dont l'axe vertical de l'arbre passe par le centre O du croisillon. L'axe du manneton passe par le centre O′ du croisillon de $O'x'$, et le châssis (C) de l'hélice peut tourner autour de ce manneton. Le châssis porte un secteur denté horizontal (E′) qui engrène avec un autre secteur (E) faisant corps avec (B).

» Il s'agit de savoir si une rotation $\varphi$ de (L) autour de l'axe O, déterminant une rotation relative $\varphi'$ du châssis autour de l'axe O′, est compatible avec le système articulé du joint.

» Il est évident qu'on peut faire abstraction des rotations propres des deux arbres.

» Soient $l$ la distance OO'; $kl$ le rayon de la circonférence primitive du secteur (E), $k$ étant une constante qu'on choisira comme on l'entendra. On a

$$\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{k}{1-k},$$

et, pour la rotation instantanée du châssis,

$$\frac{\varphi}{1-k}.$$

» Le manchon sera animé de la rotation $\frac{\varphi}{1-k}$, d'une rotation $d'$ autour de O'D' et d'une rotation $b'$ autour de O'B'. Mais le mouvement du manchon résulte aussi d'une rotation $d$ autour de OD et d'une autre $b$ autour de OB. On a donc d'abord, en projetant sur $O'D_0$, $O'B_0$,

$$\frac{\varphi}{1-k} + d'\cos\theta - b'\sin\theta = d\cos\theta - b\sin\theta,$$
$$d'\sin\theta + b'\cos\theta = d\sin\theta + b\cos\theta,$$

puis, en prenant les moments par rapport au point O,

$$\frac{\varphi}{1-k} kl + (d'\cos\theta - b'\sin\theta) l = 0,$$
$$(d'\sin\theta + b'\cos\theta) l = 0.$$

» On déduit de ces quatre équations

(3) $$d' = -\frac{\varphi k}{1-k}\cos\theta, \qquad b' = \frac{\varphi k}{1-k}\sin\theta,$$

(4) $$d = \varphi\cos\theta, \qquad b = -\varphi\sin\theta;$$

ce qui justifie la compatibilité qu'il s'agissait d'établir.

» M. Goubet a pris $k = \frac{1}{2}$ pour que, lorsque la manivelle (L) a décrit, à partir de sa position normale, un angle de 90°, le châssis décrive relativement le même angle, de manière que son plan vertical moyen et celui de la manivelle coïncident finalement.

» D'après les formules (4), $\varphi$ est la rotation du manchon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme;* par M. **Émile Picard.**

« 1. Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 9 octobre 1893), j'ai considéré une classe de transcendantes nouvelles, uniformes dans tout le plan et n'ayant que des discontinuités polaires. Partant d'une substitution birationnelle arbitraire

$$\begin{aligned} x' &= R_1(x, y, \ldots, t), \\ y' &= R_2(x, y, \ldots, t), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ t' &= R_m(x, y, \ldots, t), \end{aligned}$$

relative à $m$ lettres $x, y, \ldots, t$, j'ai démontré qu'il existe une infinité de systèmes de $m$ fonctions

$$f(z), \quad \varphi(z), \quad \ldots, \quad \psi(z),$$

uniformes dans tout le plan, admettant la période $\omega'$, et telles que l'on ait, par le changement de $z$ en $z + \omega$,

$$\begin{aligned} f(z+\omega) &= R_1[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \\ \varphi(z+\omega) &= R_2[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \psi(z+\omega) &= R_m[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)]. \end{aligned}$$

» Je disais, en terminant, que certaines classes d'équations différentielles admettent pour intégrales des fonctions de cette nature; c'est ce que je vais indiquer très rapidement ici, me réservant de le développer ailleurs.

» 2. Rappelons d'abord un résultat très général obtenu par M. Sophus Lie. Soit le système d'équations différentielles

$$(1) \quad \begin{cases} \dfrac{dx_i}{dz} = Z_1(z)\,\xi_{1i}(x_1, x_2, \ldots, x_n) + \ldots + Z_r(z)\,\xi_{ri}(x_1, x_2, \ldots, x_n) \\ \qquad\qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \end{cases}$$

dans lequel $Z_1, Z_2, \ldots, Z_r$ représentent des fonctions de $z$ seul, et où les $\xi$ dépendent seulement de $x_1, x_2, \ldots, x_n$. On suppose les $\xi$ tels que les

transformations infinitésimales

$$X_j(f) = \sum_{i=1}^{i=n} \xi_{ji} \frac{\partial f}{\partial x_i} \qquad (j = 1, 2, \ldots, r)$$

engendrent un groupe à $r$ paramètres. Dans ces conditions, l'intégrale générale de (1) pourra s'obtenir à l'aide de $m$ solutions particulières arbitraires ($m$ étant un nombre convenablement choisi)

$$x_1^k,\ x_2^k,\ \ldots,\ x_n^k \qquad (k = 1, 2, \ldots, m),$$

au moyen de formules de la forme

$$x_i = \varphi_i(x_1^1, \ldots, x_n^1, \ldots, x_1^m, \ldots, x_n^m, a_1, a_2, \ldots, a_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

qui dépendent de $n$ constantes arbitraires $a$.

» 3. Ceci posé, portons notre attention sur les cas où les $\varphi$ sont des *fonctions rationnelles* des $x$. Les équations (1) jouissent alors manifestement d'une propriété remarquable : *les points critiques de l'intégrale générale sont fixes*. Ils ne peuvent être autres que les points singuliers des fonctions $Z(z)$. On pourra, en particulier, décider si l'intégrale générale du système (1) est uniforme.

» Supposons maintenant, l'intégrale générale du système (1) étant uniforme, que les fonctions $Z(z)$ soient des fonctions doublement périodiques de z. *Nous avons alors une classe d'équations généralisant la classe d'équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques et à intégrale générale uniforme*, qui, depuis les travaux de M. Hermite sur l'équation de Lamé, a fait l'objet de tant de recherches. En général, cette classe d'équations s'intégrera à l'aide des transcendantes dont nous avons parlé plus haut, ou de transcendantes s'y ramenant facilement. »

BOTANIQUE. — *Signification de la variété des organes dans la mesure de la gradation des espèces végétales;* par M. **Ad. Chatin**.

« La variété et la localisation des organes, bien que connexes, doivent être considérées séparément, la variété n'entraînant pas nécessairement la localisation, tandis que la localisation se complète ordinairement de la variété, l'une et l'autre, mais plus la localisation que la variété, étant des signes de perfectionnement organique.

» La variété ou multiplicité des organes, qu'on ne confondra pas avec

la multiplication ou répétition des parties homologues, est un signe de l'élévation des espèces, proposition qui s'appuie à la fois de l'Anatomie, de l'Embryogénie, de la Morphologie et de la Paléontologie.

» Pour l'Anatomie, la démonstration est donnée tant par l'étude de la série végétale que par celle de la période embryonnaire d'une espèce reconnue supérieure.

» Les éléments anatomiques qui entrent dans la constitution des tissus végétaux varient et vont se perfectionnant à mesure que, s'élevant dans l'échelle végétale, on passe des Lichens, des Champignons et des Algues, vers les Hépatiques et les Mousses, encore, elles aussi, exclusivement cellulaires, aux Cryptogames vasculaires, et de celles-ci aux Phanérogames, Gymnospermes d'abord, puis Monocotylédones, enfin Dicotylédones au couronnement.

» Que si, au lieu de considérer les faits histologiques dans les divers groupes du règne végétal, on suit leur évolution, soit dans la période embryonnaire d'une espèce phanérogame, soit dans le développement des appareils de végétation ou de reproduction de celle-ci, on voit toujours la variété des tissus être l'indice, le caractère de l'élévation organique.

» La période embryonnaire d'une plante phanérogame, période durant laquelle on voit successivement se former et se différencier la cellule sous des états divers, les vaisseaux qui procèdent de celle-ci, dont ils sont le développement ultime, établit, par une voie qui ne laisse rien à l'arbitraire, que la plante cellulaire est l'arrêt de développement de la plante cellulo-vasculaire, aussi bien que la spore est l'arrêt de développement de la graine, et, partant, que plante cellulaire et spore sont caractères de dégradation, par rapport à la graine et à la plante vasculaire, ce qui est admis de tous.

» L'évolution des tissus élémentaires de chacun des organes composés : racine, tige, feuilles, appareils de la reproduction, montre à son tour, comme l'étude des séries naturelles, comme le développement de l'embryon, que la cellule n'est que le premier âge du vaisseau, comme la plante cellulaire n'est que le premier état de la plante cellulo-vasculaire.

» L'organisation la plus parfaite répond tellement à la plus grande variété des organes qu'il ne viendra jamais à la pensée d'aucun botaniste de considérer la plante phanérogame, munie de racines pour puiser sa nourriture dans le sol, d'une tige sur laquelle, pour ne rien dire de la part importante qu'elle prend souvent à la vie même de la plante, s'insèrent,

de la façon la plus avantageuse pour leurs fonctions, les divers appareils chargés, les uns de la nutrition de l'individu, les autres de la multiplication de l'espèce, comme ne s'élevant pas au-dessus de ces plantes homogènes dans lesquelles tout, organes et fonctions, siège confusément dans la même masse.

» La plante parasite, dont les suçoirs ne représentent que des racines de grande simplicité, dont les appendices de nutrition sont nuls ou rudimentaires, qui manque le plus souvent de chlorophylle et de stomates, de trachées ou même de tous vaisseaux, et puise, pour l'entretien de sa vie, des sucs déjà élaborés par une nourrice étrangère et qui, la dégradation organique entraînant une dégradation physiologique correspondante, perd, dans ses échanges avec l'atmosphère, du carbone au lieu d'en fixer, prend rang au-dessous des espèces qui, parasitisme à part, s'en rapprochent le plus; telles sont les Cuscutacées par rapport aux Convolvulacées, les Orobanchées par rapport aux Personnées, les Cassythées au milieu des Laurinées, etc.

» Les plantes aquatiques, et plus spécialement celles d'entre elles qui, complètement submergées, n'ont pas de rapports directs avec l'atmosphère, présentent assez souvent ce caractère de dégradation anatomique qu'elles manquent de trachées vraies (*Anacharis, Hydrilla, Udora, Vallisneria,* plusieurs espèces de *Potamogeton,* etc.), ou n'en ont que de transitoires, la place de ces vaisseaux étant, après leur disparition, occupée par quelqu'une de ces lacunes, multipliées dans leur masse tissulaire, afin de porter, sur tous ses points, les liquides renfermant de petites quantités de cette libre atmosphère, hors de laquelle l'espèce complètement immergée est condamnée à vivre.

» Dégradées aussi sont, au point de vue de la Morphologie, les plantes privées de l'une des enveloppes florales, telles les vraies Monochlamidées de de Candolle, auxquelles, on ne saurait trop le redire, il faut ajouter les Renonculacées, que l'éminent botaniste avait placées en tête de la série végétale, celles surtout qui n'ont ni calice, ni corolle, ou qui manquent, soit de péricarpe, soit des téguments ovulaires.

» L'appareil glandulaire ne saurait être négligé dans la recherche des signes de la gradation organique; nul ou rudimentaire dans les Cryptogames, encore assez rare chez les Monocotylédones (en dehors de l'appareil floral), il se développe largement et sous les formes les plus diverses dans les Dicotylédones.

» La Paléontologie enseigne, de son côté, que ce sont les espèces aux organes les plus variés, végétaux comme animaux, qui ont apparu les dernières sur le globe.

» Il faut se garder, dans la recherche de la variété des organes, de prendre un appareil transitoire arrêté dans son évolution pour un organe fixe ou définitif. C'est une erreur de cet ordre que l'on commettrait en considérant la présence de l'albumen, lequel n'existe et ne persiste dans les graines, chez les Monocotylédones surtout, que parce que l'évolution de celles-ci, suspendue au milieu de la période embryonnaire, ne se complétera qu'à la germination, comme étant le caractère d'un organisme plus varié ou plus complet. C'est la proposition contraire qui est vraie.

» Les zoologistes s'accordent, eux aussi, à regarder la variété des organes comme donnant la mesure de la gradation des espèces; mais, se plaçant au point de vue physiologique, lequel n'est d'ailleurs que la traduction du point de vue organique, ils voient l'élévation des types dans la *variété des fonctions*.

» L'accord est donc, ici encore, et il ne pouvait en être autrement, complet entre botanistes et zoologistes. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur une couche à Nymphéinées, récemment explorée et comprise dans l'aquitanien de Manosque;* par M. G. DE SAPORTA.

« En décrivant, dans mes *Recherches sur la végétation du niveau aquitanien de Manosque* (1), les Nymphéinées d'une formation exceptionnellement riche en plantes fossiles, j'avais rapporté au gisement de Céreste certains échantillons qui m'avaient paru, en raison de leur apparence feuilletée, provenir de cette dernière localité. Je citerai, comme appartenant à cette dernière catégorie, le *Nymphæa Nalini* Sap. et le *Nelumbium protospeciosum* Sap., Pl. III, fig. 4, et Pl. IV, fig. 1, du Mémoire précité.

» En réalité, ces échantillons, et beaucoup d'autres recueillis par M. Casimir Nalin à qui en est due la découverte, proviennent d'une couche du Bois-d'Asson, différente de celle exploitée jusqu'ici et située à un niveau plus élevé d'environ $50^{m}$. Cette nouvelle couche, composée de plaques et de feuillets parfois très minces et naturellement fissiles, se prolonge sur

(1) *Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie;* Mémoire n° 9 : I, *Nymphéinées*.

un espace considérable; elle vient d'être retrouvée par M. Nalin au delà de Céreste, dans la direction d'Apt, et sur ce point elle conserve le même aspect et comprend les mêmes espèces, combinées de la même manière. Les feuilles et les débris de Nymphéinées dominent exclusivement dans cette couche. J'y ai reconnu la présence des espèces suivantes, précédemment décrites par moi : *Nymphæa calophylla* Sap., *N. Nalini* Sap., *N. Ameliana* Sap., *Anœctomeria media* Sap., *Nelumbium proto-speciosum* Sap.; ce dernier, très fréquent.

» Je serais porté à croire, à en juger par un très bel échantillon de feuille, qu'à côté du *Nelumbium proto-speciosum*, dont l'affinité avec le *N. speciosum* Wild. actuel est évidente, il existait à Manosque une seconde forme de *Nelumbium*, assimilable au *N. luteum*, d'Amérique, et caractérisée, comme celui-ci, par des feuilles plus petites et des nervures rayonnantes moins nombreuses. Les plaques de la couche à Nymphéinées sont peuplées de feuilles éparses, appartenant à ce groupe de plantes, le plus souvent étalées, parfois entières, ordinairement dépourvues de pétiole, fréquemment lacérées ou se recouvrant mutuellement. Beaucoup d'entre elles présentent un limbe criblé de perforations et de déchirures, ainsi qu'il arrive aux feuilles de Nymphéinées atteintes de vétusté et sur le point de se détacher de la plante. Les empreintes de rhizomes sont rares et toujours à l'état de fragments. J'ai observé une seule fois l'empreinte d'un pétale tombé par désarticulation de l'onglet ou base d'insertion, puis des restes peu déterminables des parties fructifiées et quelques graines.

» Il semble donc, en combinant ces diverses observations, que les Nymphéinées de la couche que je signale n'aient pas vécu sur place, comme leur affluence porterait à l'admettre au premier abord, en tenant compte également de l'exclusion de toutes les plantes terrestres. La rareté seule des rhizomes, l'état de désorganisation de la plupart des feuilles, enfin l'absence des pétioles entraînent la conviction qu'en explorant cette couche nous nous trouvons placés à une assez grande distance des anciens rivages, sur un point du lac tertiaire, où le mouvement des eaux et l'impulsion d'un courant poussaient les feuilles des Nymphéinées, constituant une ceinture le long de la plage, à mesure que ces feuilles se détachaient, soit par l'effet de leur vétusté, soit par accident, de façon à les accumuler à la surface des lits en voie de formation. Les circonstances, à ce moment de l'existence de la nappe d'eau aquitanienne, avaient sans doute favorisé la multiplication des Nymphéinées le long des bords, au fond des anses et des sinuosités, au sein des eaux tranquilles et peu profondes. Ainsi, les

empreintes venues jusqu'à nous traduisent fidèlement l'aspect des parties de l'ancien lac, alors peuplées de ces plantes, et de l'ensemble auquel leur association donnait lieu.

» On sait que les *Anæctomeria* constituaient un genre actuellement éteint, distinct de celui des *Nymphæa*, par une scission régulière des parois du fruit. Les *Nymphæa* de Manosque, dont j'ai cité les noms plus haut, paraissent ne plus avoir de représentants directs parmi les formes actuelles du genre [1]. Mais le *Nelumbium proto-speciosum* Sap. s'écarte très peu au contraire de l'espèce asiatique vivante ou Lotus des Indes et de la Chine.

» La découverte de nombreuses feuilles, plusieurs presque entières, de l'espèce fossile, permet d'établir une exacte comparaison de ces feuilles avec celles du *Nelumbium speciosum* Wild. actuel. Les différences sont minimes : 21 à 22 nervures rayonnantes au lieu de 23 en moyenne; le diamètre transversal plus étendu que l'autre, accusant ainsi un contour général moins orbiculaire; enfin, les dichotomies des nervures qui rayonnent du centre, partant de plus bas et donnant lieu à des rameaux plus étalés et plus nombreux; telles sont les divergences, en réalité peu prononcées, que l'examen attentif des empreintes fossiles m'a fait saisir. Les feuilles du *Nelumbium proto-speciosum* mesuraient $40^{cm}$ dans leur plus grande largeur. C'est à peu près le diamètre de celles du Lotus actuel, en s'attachant aux feuilles qui s'élèvent au-dessus de l'eau.

» La végétation aquitanienne de Manosque se révèle en définitive sous trois aspects principaux ou, si l'on veut, elle présente trois associations de formes végétales, ayant contribué, chacune pour sa part, à l'accentuation du paysage de l'époque. Les Nymphéinées, tout d'abord, nous montrent les plantes qui contribuaient à décorer le sein des eaux [2]. Les débris de filasse, les frondes mutilées, les parties ramifiées, détachées de l'inflorescence des Palmiers, joints à d'innombrables feuilles, rameaux ou branches de Laurinées (*Laurus*, *Persea*, *Cinnamomum*, *Litsaea*, *Sassafras*) laissent voir une deuxième association qui garnissait le fond des vallées et les alen-

---

(1) Leurs feuilles ne sont ni dentelées, ni sinuées le long de la marge, comme la plupart de celles des *Nymphæa* actuels des régions chaudes, mais parfaitement entières.

(2) Aux Nymphéinées il convient de joindre, en fait de plantes « hydrophiles » : les *Chrysodium* et *Osmunda*, parmi les Filicinées; des *Typha*, des Rhizocaulées, des *Podostachys*, parmi les Monocotylées; enfin, un *Ceratophyllum*, *C. aquitanicum* Sap. Néanmoins, ces plantes n'ont pas laissé de vestige dans la couche à Nymphéinées, qui vient d'être signalée.

tours des anciennes plages ([1]). Les *Alnus, Betula, Fagus, Ulmus, Populus, Salix, Fraxinus, Acer*, etc., composent un troisième groupe ou association, adaptée sans doute aux parties montagneuses et aux fraîches et hautes vallées. En résumé, c'est à la faveur de recherches répétées et persévérantes que l'on parviendra à compléter graduellement les notions relatives à ces trois associations, par une étude de plus en plus approfondie des éléments dont chacune d'elles était formée. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Palasciano*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

| | |
|---|---|
| M. Rollet obtient. . . . . . . . . . . . . . . . . | 35 suffrages |
| M. Hergott » . . . . . . . . . . . . . . . | 5 » |

Il y a un bulletin blanc.

M. **Rollet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-B. Fachris** adresse une Note relative à un projet d'éclairage de Constantinople par l'électricité, en utilisant le courant du Bosphore.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

---

([1]) Aux Palmiers et aux Laurinées se trouvaient associées des Myricées, des Araliacées, des Magnoliacées, des Juglandées, d'affinité tropicale, des Légumineuses arborescentes, Calpurniées, Césalpiniées et Mimosées; une Amomée ou Zingibéracée, etc.

## CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations du second ordre à points critiques fixes et sur la correspondance univoque entre deux surfaces.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Quand une équation différentielle algébrique du second ordre

(1) $$F(y'', y', y, x) = 0$$

a ses points critiques fixes, son intégrale $y(x)$ définit, pour $x$ et $x_0$ constants, une correspondance *univoque :*

(2) $y = \rho[y''_0, y'_0, y_0, (x_0), (x)]$, ... et $y_0 = \rho_0[y'', y', y, (x), (x_0)]$, ...,

entre les deux surfaces $F = 0$ et $F_0 \equiv F(y''_0, y'_0, y_0, x_0) = 0$. Mais cette correspondance peut être *birationnelle* ou seulement *biuniforme*. Dans le premier cas, les intégrales doubles J et les différentielles totales $j$, *de première espèce,* attachées à F *se conservent* dans la transformation (2), et c'est là ce qui permet d'intégrer l'équation (1). Mais, dans le second cas, qu'advient-il de ces expressions? C'est la question dont je veux m'occuper ici.

» Ce second cas, où $y$ est une fonction transcendante (à $m$ branches) des constantes $y_0, y'_0$, se décompose lui-même en deux autres : ou bien $y$ est une fonction *transcendante* des deux constantes d'intégration $\alpha$, $\beta$, *de quelque manière qu'on choisisse ces constantes;* ou bien on peut substituer à $y_0, y'_0$ deux constantes $\alpha$, $\beta$, telles que $y$ soit fonction *algébrique* de $\alpha$ et *transcendante* de $\beta$. C'est seulement dans ce dernier cas que je suis parvenu à des conclusions rigoureuses.

» Si, dans cette hypothèse, on élimine entre les deux équations $y = f(x, \alpha, \beta)$, $y' = \dfrac{\partial f}{\partial x}$, la constante $\alpha$ qui y entre algébriquement, on forme une relation algébrique en $y'$, $y$, qui dépend de $x$ et de $\beta$. Je montre tout d'abord que cette relation peut toujours s'écrire

(3) $$P(y', y, x, b, B) = 0,$$

P étant un polynôme *irréductible* en $y'$, $y$, $b$, B, et la constante $b = g(\beta)$ étant liée à B par la condition algébrique $\varphi(b, B) = 0$. De plus, $b$ et B s'expriment *rationnellement* en $y''$, $y'$, $y$.

» Soit maintenant $\varpi$ le *genre* de $\varphi$. *Pour* $\varpi > 1$, les coefficients $A(x, b, B)$

de P sont fonctions algébriques de $x$. *Pour* $\varpi \leqq 1$, les A s'expriment algébriquement en $x$ et en $u$, $u$ désignant une fonction qui vérifie soit une équation de Riccati

$$u' = Lu^2 + Mu + N \qquad (\text{pour } \varpi = 0), \tag{4}$$

soit une équation

$$u' = N\sqrt{(1 - u^2)(1 - x''u^2)} \qquad (\text{pour } \varpi = 1), \tag{5}$$

où L, M, N sont fonctions algébriques de $x$.

» D'autre part, la relation (3) doit être au plus *de genre* 1 en $y'$, $y$; autrement, $y$ renfermerait algébriquement les deux constantes. Elle se ramène donc algébriquement à une équation

$$v' = lv^2 + mv + n \qquad (\text{pour } p = 0), \tag{6}$$

ou

$$v' = n\sqrt{(1 - v^2)(1 - k^2v^2)} \qquad (\text{pour } p = 1), \tag{7}$$

$l$, $m$, $n$ dépendant algébriquement de $x$ et de $u$. Le module $k^2$, qui est toujours indépendant de $x$, peut dépendre ou non de la constante $b$. Nous dirons qu'il est *variable* dans le premier cas, *invariable* dans le second.

» Cherchons maintenant à reconnaître si l'intégrale d'une équation (1) *donnée* est de cette nature. Cette recherche mettra en évidence le rôle que jouent ici les intégrales doubles J et les différentielles totales $j$. Désignons par $q$ *le genre* de F (nombre des J), par $r$ le nombre des différentielles de première espèce $j$, et énumérons les divers cas possibles.

» I. *Soit d'abord* $p = 1$, $k^2$ *invariable*. On a alors $q = \varpi$, $r = \varpi + 1$. Les $\varpi$ intégrales J *se conservent* en même temps que $\varpi$ des différentielles $j$, lesquelles sont fonctions l'une de l'autre. *Mais il existe toujours une différentielle $j$ (à deux périodes) qui ne se conserve pas*. On sait d'ailleurs reconnaître algébriquement si une équation donnée (1) rentre dans ce cas et ramener l'équation à la forme (7) algébriquement ou par l'intermédiaire d'une équation (5) ou (4), suivant qu'on a $q > 1$, $q = 1$ ou $q = 0$.

» II. *Soit* $p = 1$, $k^2$ *variable*. On a alors $q \geqq \varpi$, $r = \varpi$. Les $q$ intégrales J et les $\varpi$ différentielles $j$ *se conservent*. Pour $q > 1$, les conclusions précédentes, relatives à l'intégration, subsistent. Pour $q = r = 1$, on connaît une intégrale de la forme

$$\int P\,dy' + Q\,dy + R\,dx = \text{const.}, \tag{8}$$

dont le premier membre est une différentielle de première espèce en $y'$, $y$ qui doit n'avoir que deux périodes; on connaît de plus un dernier multiplicateur. Pour $q=1$ et $r=0$, on connaît un dernier multiplicateur. Pour $q=0$, $r=0$, il existe sur F une famille de courbes de genre 1 et une famille d'unicursales.

» III. *Soit enfin* $p=0$. On a alors $q=0$, $r=\varpi$. Les différentielles $j$ *se conservent*. Pour $r>1$, on ramène algébriquement l'équation (1) à la forme (6). Pour $r=1$, on connaît une intégrale première telle que (8); pour $r=0$, la surface F est uniformément unicursale.

» Les seules équations qui échappent à la méthode sont celles pour lesquelles on a à la fois $q\leqq 1$ et $r=0$. Il faut introduire dans ce cas des considérations nouvelles qui seront développées ailleurs.

» Quand $x$ ne figure pas dans F, ces résultats se simplifient et se complètent, notamment dans l'hypothèse $q=1$, $r=0$, où on connaît encore une intégrale de la forme (8). J'ajoute que ces résultats subsistent si F, algébrique en $y''$, $y'$, $y$, dépend de $x$ d'une façon quelconque, et que de plus ils peuvent s'étendre aux équations dont l'intégrale ne prend que $n$ valeurs autour des points critiques mobiles, ainsi qu'aux équations d'ordre supérieur.

» Il convient d'insister sur la nature des surfaces F que nous venons de rencontrer. Ces surfaces possèdent au moins une famille de génératrices C unicursales ou de genre 1. Si le genre $q$ de F est $>1$, F appartient à cette classe de surfaces étudiées par M. Nœther et M. Picard, qui sont coupées par leurs adjointes suivant des courbes de genre 1. (D'ailleurs, toute surface de genre $q>1$, qui admet des génératrices de genre 1, rentre dans cette classe.) Quel que soit le genre $q$ de F, les coordonnées d'un de ses points s'expriment en fonctions *uniformes* de deux paramètres. Enfin, et c'est le point que je veux surtout signaler, ces surfaces admettent *un faisceau continu de transformations biuniformes* qui dépend au moins d'une *fonction* arbitraire. Si les génératrices C sont unicursales, ou si, étant de genre 1, elles ont même module $k^2$, ce faisceau renferme un faisceau *birationnel* qui dépend au moins d'un paramètre. Si $k^2$ est variable, le faisceau renferme seulement une transformation *infinitésimale rationnelle*. Ce faisceau *conserve* à la fois les intégrales doubles J et les différentielles totales $j$ de première espèce, sauf toutefois dans les cas où $k^2$ est constant : il existe alors une différentielle $j$ à deux périodes *qui ne se conserve pas*. Enfin il n'existe pas d'autres faisceaux de transformations biuniformes pour lesquelles *une* relation algébrique (et une seule) ait lieu entre les points correspondants.

» Mais, si l'on n'ajoute aucune condition, peut-il exister des transformations biuniformes qui ne rentrent pas dans les précédentes? C'est là une question étroitement liée à l'étude des équations (1) à points critiques fixes et sur laquelle je reviendrai ultérieurement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations différentielles ordinaires.* Note de M. **Alfred Guldberg**, présentée par M. E. Picard.

« Dans une Note récente [1], j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques remarques sur les équations différentielles simultanées qui possèdent *un* système fondamental d'intégrales premières.

» J'ai remarqué que la détermination de ces systèmes se ramène à celles des groupes continus $p$-fois transitifs. Conformément aux recherches fondamentales de M. Lie, il est aisé de former un tableau complet des équations demandées dans les cas de 1, 2, 3 variables. Nous nous permettrons maintenant de faire quelques remarques sur l'intégration de ces systèmes et nous nous bornerons, pour fixer les idées, au cas $n = 1$. On trouve, dans ce cas, les trois types d'équations :

» 1° L'équation

$$x^{(m+1)} + \lambda_1 (x^{(m)})^3 + \lambda_2 (x^{(m)})^2 + \lambda_3 x^{(m)} + \lambda_4 = 0,$$

où il existe une relation

$$F(\lambda_1, \lambda_1' \ldots \lambda_4, \lambda_4' \ldots) = 0,$$

qui se dérive par un procédé purement algébrique.

» Une intégrale première générale est

$$x^{(m)} = \frac{x_2^{(m)} [x_1^{(m)} - x_3^{(m)}] \alpha + x_1^{(m)} [x_3^{(m)} - x_2^{(m)}]}{[x_1^{(m)} - x_3^{(m)}] \alpha + [x_3^{(m)} - x_2^{(m)}]}.$$

» 2° L'équation

$$x^{(m+1)} + \lambda_1 (x_m)^2 + \lambda_2 x^{(m)} + \lambda_3 = 0,$$

avec une relation analogue

$$F(\lambda_1, \lambda_1', \ldots, \lambda_3, \lambda_3', \ldots) = 0.$$

---

[1] *Comptes rendus*, 24 juillet 1893.

» Une intégrale première générale est

$$x^{(m)} = (x_1^{(m)} - x_2^{(m)})\alpha + x_2^{(m)}.$$

» 3° L'équation

$$x^{(m+1)} + \lambda_1 (x^{(m)})^2 + \lambda_2 x^{(m)} = 0$$

avec une relation

$$F(\lambda_1, \lambda'_1, \ldots, \lambda_2, \lambda'_2, \ldots) = 0.$$

» Une intégrale première générale est

$$x^{(m)} = x_1^{(m)} \alpha.$$

» Dans ces équations, les $\lambda$ désignent des fonctions arbitraires de $t, x, x', \ldots, x^{(m-1)}$, les $x_i^{(m)}$ des intégrales premières particulières et $\alpha$ une constante arbitraire; dans les lignes qui suivent, nous nous bornons au cas où les $\lambda$ sont des fonctions rationnelles de ces éléments.

» On peut donc énoncer un théorème analogue à celui établi par Galois pour les équations algébriques; c'est une analogie déjà devenue classique pour les équations différentielles par les recherches importantes de MM. Picard et Vessiot sur les équations linéaires.

» Si nous écrivons le groupe $p$-fois transitif, dont l'équation considérée est dérivée, en $p$ systèmes de variables, nous obtiendrons par un changement de variables et paramètres un groupe où les intégrales premières particulières sont des variables et les paramètres des fonctions des constantes arbitraires; désignons ce groupe par G. Appelons maintenant, pour abréger, une fonction qui s'exprime rationnellement par $t, x, x', \ldots, x^{(m-1)}$, les intégrales premières et leurs dérivées une *fonction rationnelle* des intégrales premières, et une fonction qui admet toutes les transformations de G une *fonction invariante*.

» Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

» *A toute équation qui possède un système fondamental d'intégrales premières correspond un groupe* G *qui jouit des deux propriétés suivantes :*

» 1° *Toute fonction rationnelle des intégrales premières qui s'exprime rationnellement par $t$, $x$, $x'$, …, $x^{(m-1)}$, les $\lambda$ et leurs dérivées, admet toutes les transformations de ce groupe;*

» 2° *Toute fonction rationnelle des intégrales premières invariante s'exprime rationnellement par ces mêmes éléments.*

» Nous venons de constater l'existence du groupe G; la démonstration de sa double propriété se fera donc facilement en remarquant que les $\lambda$ et

leurs dérivées sont des fonctions invariantes par G et en s'appuyant sur la théorie des invariants différentiels de M. Lie, analogue à la méthode indiquée par M. Vessiot pour les équations linéaires.

» Ce théorème établi, il est facile de démontrer les théorèmes sur la réduction du groupe G par l'adjonction d'intégrales d'équations auxiliaires, théorèmes analogues aux théorèmes bien connus de Galois.

» Enfin la connaissance du groupe G permet de réduire l'intégration de l'équation considérée à celle d'une suite d'équations plus simples. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines familles de cubiques gauches.* Note de M. LELIEUVRE, présentée par M. Darboux.

« Nous avons indiqué précédemment (¹) une classification des ensembles $G\Gamma$ dépendant d'un paramètre $u$ et formés d'une cubique gauche G et de la développable $\Gamma$ dont elle est l'arête, qui sont divisés homographiquement par leurs conjugués. Voici une méthode propre à les déterminer.

» Soient

$$\rho x_i = a_i t^3 + 3b_i t^2 + 3c_i t + d_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4)$$

les formules qui expriment les coordonnées homogènes $x_i$ d'un point de G, $t =$ const. Les coefficients $a, b, c, d$ sont des fonctions de $u$ et l'on peut supposer leur déterminant $\delta$ égal à un. Soient

$$\rho_1 v_i = A_i t^3 + 3B_i t^2 + 3C_i t + D_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4)$$

les formules qui expriment les cordonnées $v_i$ du plan osculateur de G au même point $(t, u)$, $A_i$, $3B_i$, $3C_i$ et $D_i$ étant les mineurs de $\delta$, respectivement, par rapport à $a_i$, $b_i$, $c_i$, $d_i$.

» On peut déterminer, une fois les $a, b, c, d$ connus, seize fonctions de $u$, $M_i$, $N_i$, $P_i$, $Q_i$ $(i = 1, 2, 3, 4)$ par les égalités suivantes :

$$\begin{aligned}
\frac{da_i}{du} &= M_1 a_i - 3M_2 b_i + 3M_3 c_i - M_4 d_i,\\
\frac{db_i}{du} &= N_1 a_i - 3N_2 b_i + 3N_3 c_i - N_4 d_i,\\
\frac{dc_i}{du} &= P_1 a_i - 3P_2 b_i + 3P_3 c_i - P_4 d_i,\\
\frac{dd_i}{du} &= Q_1 a_i - 3Q_2 b_i + 3Q_3 c_i - Q_4 d_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4).
\end{aligned}$$

(¹) *Comptes rendus*, octobre 1893.

De sorte que les $a$, $b$, $c$, $d$ sont quatre systèmes de solutions particulières du système linéaire ci-dessus, quand on y regarde inversement les coefficients M, N, P, Q comme donnés. Ce système en entraîne, d'ailleurs, un autre facile à former et relatif aux coefficients A, B, C, D.

» Or on reconnaît que les conditions du problème proposé se traduisent par des relations algébriques entre les seules fonctions M, N, P, Q et, par conséquent, la question *revient à intégrer* le système (I), après avoir établi les relations nécessaires entre ses coefficients. Dans le cas le plus général, comme on doit exprimer qu'un polynôme du huitième degré est divisible par un autre du sixième, on obtient six équations de condition entre les M, N, P, Q et, par suite, l'ensemble cherché dépend encore de cinq fonctions arbitraires (en tenant compte de celles qu'introduit la transformation homographique générale faite sur $t$).

» On est conduit par là à déterminer l'ensemble GΓ que l'on cherche en se donnant d'avance quelques-unes des enveloppes qu'il doit posséder, ce qui permet de l'obtenir dans des cas particuliers, ou au moins d'abaisser l'ordre d'intégration du système (I). Indiquons comme exemple la détermination des familles de cubiques G ayant deux lignes enveloppes $E_1^1$ d'ordre 2, avec coïncidence des plans osculateurs de l'enveloppe et de l'enveloppée, et deux lignes enveloppes ordinaires $E_1^0$ d'ordre 1 ([1]). On ne peut se donner arbitrairement ces quatre lignes enveloppes, puisque l'on assujettirait ainsi la cubique G à quatorze conditions. Donnons-nous seulement les deux $E_1^1$ (que nous ne supposons pas réduites à des points).

» Soient $\xi_i, \eta_i$ ($i = 1, 2, 3, 4$) les coordonnées homogènes, fonctions de $u$ données, de leurs points de contact avec G. On peut supposer que ce sont les points $t = 0$, $t = \infty$ de la cubique et poser en conséquence

$$a_i = \alpha\xi_i, \quad b_i = \beta\left(\lambda\xi_i + \frac{d\xi_i}{du}\right), \quad c_i = \gamma\left(\mu\eta_i + \frac{d\eta_i}{du}\right), \quad d_i = \delta\eta_i \quad (i = 1, 2, 3, 4).$$

» Les inconnues sont les fonctions $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, $\mu$ de $u$. Les M, N, P, Q s'expriment donc avec ces quantités et les données de sorte qu'on obtient facilement les conditions du problème. Soient d'abord deux équations qui font connaître immédiatement $\lambda$ et $\mu$ et ensuite deux autres qui servent à trouver deux nouvelles inconnues $\theta$ et $\theta_1$ substituées à $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$ par les relations

$$\theta\beta\delta = \gamma^2, \qquad \theta_1\alpha\gamma = \beta^2,$$

---

([1]) *Comptes rendus*, octobre 1893.

Ces deux équations sont de la forme

$$\frac{G\theta\theta_1 + H\theta_1 + K}{H_1\theta_1 + K_1} = \frac{R\theta + S}{R_1\theta\theta_1 + S_1\theta + T_1} = \frac{\frac{d\theta}{du} + V\theta}{\frac{d\theta_1}{du} + V_1\theta_1},$$

dans lesquelles tous les coefficients sont connus. On est donc ramené à une intégration du premier ordre. Le problème se simplifie si l'une des enveloppes données d'avance est une droite.

» En particulier, appartiennent à cette famille les cubiques G caractéristiques de quadriques de raccordement d'une surface réglée, qui possèdent la propriété cherchée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la nature de la réflexion des ondes électriques au bout d'un fil conducteur.* Note de MM. **Kr. Birkeland** et **Ed. Sarasin**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Communication du 17 avril 1893, un de nous a cherché, en partant de la théorie du mouvement de l'énergie électromagnétique dans l'espace, à faire une hypothèse sur ce qui se passe au voisinage du bout d'un fil métallique le long duquel se propagent des ondes électriques.

» Nous avons étudié la question expérimentalement ensemble, en explorant le champ électrique autour de l'extrémité du fil, avec de petits résonateurs de $0^m,10$ et $0^m,25$ de diamètre, et, bien que la manière de voir exposée dans la Note précitée n'ait pas été confirmée de tous points par nos résultats, ceux-ci n'en apportent pas moins une contribution expérimentale intéressante aux théories remarquables de M. Poynting.

» Voici d'abord quelques brèves indications sur les arrangements des expériences. Les ondes électriques étaient fournies par un petit excitateur à plaques, dont l'étincelle, de $3^{mm}$ environ, éclatait dans l'huile.

» En face d'un des disques primaires se trouvait un disque semblable duquel partait un tube de cuivre de $0^m,01$ de diamètre et de $9^m$ de longueur.

» Le tube, qui se terminait librement dans l'air, était supporté par de minces tiges de bois de $1^m,5$ de hauteur.

» Les résonateurs employés étaient toujours circulaires et fixés verticalement, avec l'étincelle en haut; ils étaient capables de deux sortes de mou-

vements, l'un rotatoire autour d'un axe vertical passant par l'étincelle, l'autre translatoire parallèle au tube conducteur.

» Nous nous sommes arrangés de manière à pouvoir marquer, même dans l'obscurité : 1° la distance du centre de notre résonateur au bout du fil conducteur (comptée parallèlement à ce fil); 2° l'angle que formait le plan de celui-ci avec ce fil.

» Les observations ont été faites à l'aide d'une lunette montée horizontalement à $1^m$ de distance du cercle, ce qui est nécessaire à cause de la perturbation considérable que produit le corps de l'observateur sur les oscillations rapides dont il s'agit.

» Nos recherches ont porté sur deux points principaux; nous avons d'abord déterminé les quatre premiers nœuds dans sept distances différentes du fil, le plan du cercle restant toujours normal à celui-ci. Les nœuds sont déterminés au moins par dix mesures chacun; les résultats numériques ainsi obtenus pour le cercle de $10^{cm}$ sont consignés dans le Tableau ci-joint. Les différentes distances du résonateur au fil conducteur sont comptées entre l'axe de celui-ci et le point le plus rapproché du cercle. Les nombres dans chaque rubrique donnent la distance de chaque nœud à la normale élevée au bout du fil.

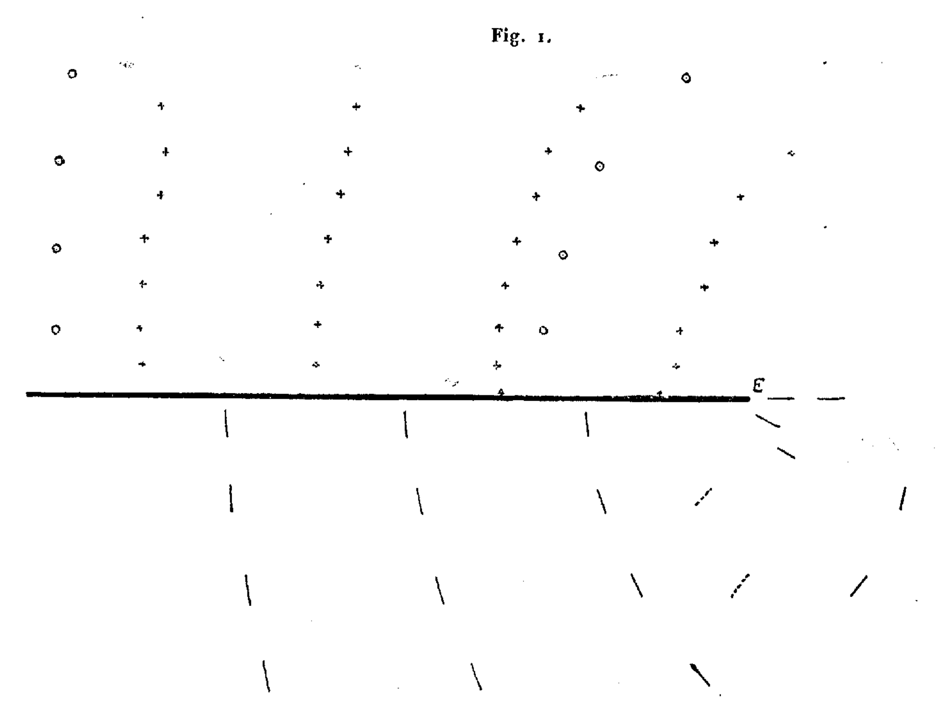
| Distance du résonateur au fil conducteur... | $2^{cm}$ | $10^{cm}$ | $20^{cm}$ | $30^{cm}$ | $40^{cm}$ | $50^{cm}$ | $60^{cm}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1er nœud............ | 16 | 15,4 | 9,5 | 7,7 | 1,8 | −9,8 | » |
| 2e » ............ | 56,4 | 56,3 | 54,2 | 51,5 | 47,3 | 44,8 | 37,7 |
| 3e » ............ | 96,5 | 95,7 | 95,2 | 93,5 | 90,5 | 88,9 | 87,5 |
| 4e » ............ | 135 | 135,8 | 135,1 | 134,6 | 130,8 | 129,7 | 130,5 |
| 1er internœud......... | 40,4 | 40,9 | 44,7 | 43,8 | 45,5 | 54,6 | » |
| 2e » ......... | 40,1 | 39,4 | 41 | 42 | 43,2 | 44,1 | 49,8 |
| 3e » ......... | 38,5 | 40,1 | 39,9 | 41,1 | 40,3 | 40,8 | 43 |

» Dans la *fig.* 1 nous avons représenté par des croix la position *du centre* du résonateur de $10^{cm}$ dans les 27 nœuds numériquement donnés plus haut. Les ronds portés sur la même figure marquent les positions des nœuds donnés par un cercle de $25^{cm}$ de diamètre dans quatre distances différentes du tube conducteur.

» L'impression qui résulte immédiatement de la répartition de tous ces nœuds est que, si le premier *choc* arrive au résonateur à peu près parallèlement au fil conducteur, le second doit y arriver par un rayonnement direct partant du voisinage de l'extrémité du fil. En effet, tous les nœuds sont situés sensiblement comme si l'énergie, provoquant le second *choc*

dans le résonateur, marchait *tout près* du fil jusqu'au moment où il est arrivé au bout, puis se dirigeait, à partir de là, directement sur le cercle. Il faut remarquer pourtant que cette manière d'envisager la réflexion ne justifie pas le retrait considérable du premier nœud quand le résonateur se trouve tout près du fil conducteur, un retrait qui, selon les expériences de MM. Sarasin et de la Rive, est d'autant plus grand que le cercle est plus

Fig. 1.




grand lui-même. Nous croyons cependant avoir bien constaté maintenant que ce retrait est dû à la forme géométrique du résonateur; les chocs électriques arrivant le long de deux conducteurs rectilignes tendent à charger chacun la portion la plus rapprochée du résonateur, de sorte que la première oscillation se produit entre deux parties diamétralement opposées du cercle. L'électricité ne tardant pas cependant à osciller dans toute l'amplitude du cercle, celui-ci prend alors sa période normale et les nœuds se disposent en conséquence le long du fil.

» En second lieu, nous avons cherché comment il faut tourner le plan du résonateur autour de son axe vertical pour que l'effet total des deux « chocs » qui en excitent les oscillations soit aussi grand que possible.

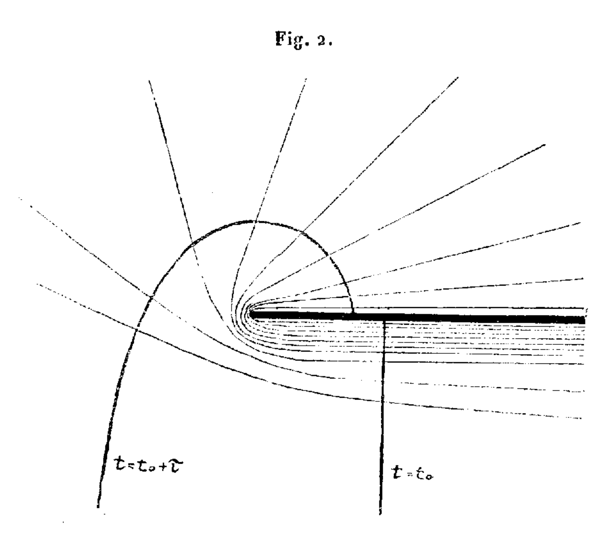
» On trouvera ces directions indiquées dans la *fig.* 1; elles ont été dé-

terminées pour la plupart là où doivent se trouver les « maxima », d'après les mesures des nœuds. Parmi les autres orientations figurées, il s'en trouve deux qui ont été prises dans des nœuds (traits pointillés). Ces directions d'effet maximum donnent, nous semble-t-il, forcément l'impression d'un rayonnement direct du bout du fil.

» Des trois séries d'observations faites dans le milieu des internœuds, il ressort, en effet, que la normale au cercle est dirigée à peu près suivant la bissectrice de l'angle que forme avec la parallèle au fil conducteur la ligne allant directement à l'extrémité du fil. Les deux observations faites dans les nœuds mêmes montrent que, pour y avoir *l'effet maximum*, il faut orienter le cercle de telle sorte que les ondulations électriques venant au bout du fil arrivent normalement sur son plan et que l'action du second choc soit par ce fait annulée.

» Les résultats que nous venons d'énoncer permettent de donner un certain développement à la conception « du tube électrique en marche », imaginé par quelques savants anglais. Admettons que le tube électrique de *l'onde directe,* qui se meut en chaque point normalement à sa direction instantanée, est à peu près rectiligne et normale au fil conducteur : il n'en sera plus de même dans l'onde réfléchie.

Fig. 2.




» Or les mesures faites par l'un de nous des interférences sur la surface même du fil conducteur montrent qu'il n'existe dans ce cas aucun retrait sensible du premier nœud, et que, par conséquent, la partie du tube électrique immédiatement voisine du conducteur fait le tour autour de l'ex-

trémité de celui-ci presque sans retard. Mais les parties éloignées du tube ne peuvent pas parcourir simultanément la même distance angulaire; elles restent en arrière et le tube électrique se courbe alors à peu près comme une queue de comète autour de l'extrémité du fil (*fig.* 2).

» Telle serait donc l'origine de ce rayonnement caractéristique partant du bout du conducteur, dont nous croyons pouvoir admettre l'existence. Il résulterait de ce que, les éléments du tube électrique continuant à se mouvoir normalement à leur direction instantanée, l'énergie s'éloigne du bout du fil pour se répandre dans tout l'espace ambiant ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Observations sur la Communication précédente de MM.* Birkeland *et* Sarasin; par M. **H. Poincaré.**

« Les expériences de MM. Sarasin et Birkeland paraissent devoir modifier complètement nos idées sur certains phénomènes, et, bien que toute discussion de ces expériences puisse sembler prématurée, il ne sera peut-être pas inutile de les rapprocher du calcul suivant, qui nous montrera à quels résultats nous conduirait la théorie de Maxwell appliquée à ces phénomènes.

» Considérons un fil rectiligne OA de longueur $l$, un point N sur ce fil, un point M dans le diélectrique; soit P le pied de la perpendiculaire abaissée de M sur OA. Soient

$$u = \mathrm{ON}, \qquad z = \mathrm{OP}, \qquad \rho = \mathrm{MP},$$
$$r = \mathrm{MN}, \qquad r_0 = \mathrm{OM}, \qquad r_1 = \mathrm{AM}.$$

» Soient $F(u - Vt)$ le courant de conduction dû à l'onde directe, et $F_1(u + Vt)$ le courant de conduction dû à l'onde réfléchie; V est la vitesse de propagation.

---

([1]) Il doit donc se produire une perte sensible d'énergie à la réflexion. Nous avions espéré compléter notre travail sur ce point par des mesures sur le fil même (Cf. Birkeland, *Wied. Ann.*, t. XLVII, p. 583). Pour trois longueurs d'onde $\lambda_1 = 6m$, $\lambda_2 = 2,7m$ et $\lambda_3 = 1,2m$, nous avons trouvé que l'onde réfléchie est respectivement 0,6, 0,45 et 0,35 de l'onde directe. Or nous avons imaginé une autre méthode pour mesurer directement la perte, et nous n'avons pas retrouvé ces valeurs, de telle sorte que nous ne pouvons les donner que sous toutes réserves, n'ayant pas réussi encore à expliquer ces résultats contradictoires.

» La fonction Π de Hertz est alors égale à

$$\Pi = \int_0^l \frac{F(u+r-Vt)\,du}{r} + \int_0^l \frac{F_1(u+Vt-r)\,du}{r}.$$

» Si nous posons

$$\begin{aligned} \alpha &= u + r - Vt, & \beta &= u + Vt - r, \\ \alpha_0 &= r_0 - Vt, & \beta_0 &= Vt - r_0, \\ \alpha_1 &= l + r_1 - Vt, & \beta_1 &= l + Vt - r_1, \end{aligned}$$

il vient

$$\Pi = \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} \frac{F(\alpha)\,d\alpha}{\alpha + Vt - z} + \int_{\beta_0}^{\beta_1} \frac{F_1(\beta)\,d\beta}{Vt + z - \beta}.$$

» Tous les phénomènes dépendent de la dérivée $\frac{d\Pi}{d\rho}$, puisque la force magnétique est égale à cette dérivée elle-même; que les composantes de la force électrique sont $-\frac{d^2\Pi}{d\rho\,dz}$ et $\frac{d^2\Pi}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{d\Pi}{d\rho}$; et que les lignes de force électrique ont pour équation $\rho\frac{d\Pi}{d\rho} = \text{const.}$ Calculons donc cette dérivée, il vient

$$\frac{d\Pi}{d\rho} = \frac{F(\alpha_1)}{l + r_1 - z}\frac{\rho}{r_1} - \frac{F(\alpha_0)}{r_0 - z}\frac{\rho}{r_0} - \frac{F_1(\beta_1)}{r_1 - l + z}\frac{\rho}{r_1} + \frac{F_1(\beta_0)}{r_0 + z}\frac{\rho}{r_0}.$$

» Supposons que le point M soit voisin du point A et par conséquent éloigné du point O; $r_0$ différera peu de $z$; le quatrième terme sera négligeable et le second se réduira à

$$-\frac{2F(z - Vt)}{\rho}.$$

» Si nous supposons que

$$F_1(x) = \lambda F(2l - x),$$

le premier et le troisième terme pourront être confondus en un seul, car on aura

$$F_1(\beta_1) = \lambda F(\alpha_1).$$

» Si nous posons alors

$$\rho = r_1 \sin\varphi, \qquad l - z = r_1 \cos\varphi,$$

il viendra

$$\frac{d\Pi}{d\rho} = \frac{F(\alpha_1)}{r_1}\left(\tan g\,\frac{\varphi}{2} - \lambda \cot\frac{\varphi}{2}\right) - \frac{2F(z - Vt)}{\rho}.$$

» Comme $\alpha_1$ dépend seulement de $r_1$, nous voyons que les deux termes de cette équation correspondent à deux ondes : la première à une onde qui semble émaner du point A, la seconde à une onde qui semble se mouvoir parallèlement à la droite OA.

» Cela est conforme aux expériences de MM. Sarasin et Birkeland dont la théorie rend ainsi compte dans leurs traits généraux.

» Bien des difficultés subsistent cependant; car la théorie ne me paraît pas très bien expliquer la perte par réflexion observée (dont dépend le coefficient $\lambda$); mais, avant de se prononcer, il faut attendre qu'on ait découvert la cause des contradictions entre les résultats expérimentaux obtenus par des méthodes différentes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des coefficients d'induction.* Note de M. **H. Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on détermine un coefficient d'induction par comparaison avec une résistance et un temps, on atteint difficilement le centième si l'on emploie le galvanomètre balistique. On augmente déjà la sensibilité et la précision en renouvelant périodiquement les impulsions, ce qui produit une déviation permanente.

» Mais on peut aller plus loin, en se servant d'un *galvanomètre différentiel,* qui permet de compenser cette déviation permanente. *Les mesures se font alors très aisément au centième, et peuvent fournir le millième sans grande difficulté.*

» I. Coefficients d'induction mutuelle. — Les communications nécessaires sont établies par un commutateur tournant dont on règle la vitesse par une méthode stroboscopique. La décharge induite, que provoque *n* fois par seconde l'établissement du courant inducteur, est envoyée dans le premier circuit du galvanomètre différentiel. On compense l'effet des impulsions périodiques en faisant traverser le deuxième circuit par un courant continu fourni par la même pile.

» On arrête alors le commutateur et l'on met le circuit induit en dérivation sur une résistance *r* du circuit inducteur ([1]), substituant ainsi aux décharges successives un nouveau courant continu. Si l'équilibre du galva-

([1]) Cette dérivation modifie légèrement la résistance de l'inducteur; il en résulte un petit terme correctif dans la formule donnant M.

nomètre n'est pas troublé, on pourra dire que la résistance réelle $r$ équivaut à la résistance fictive $n$M par laquelle les deux circuits se trouvaient en relation pendant les phénomènes d'induction, et l'on écrira

$$M = \frac{1}{n} r.$$

» Il n'est donc nécessaire de connaître avec précision que la seule résistance $r$ : on pourra constituer cette résistance par un ohm étalon.

» Comme application, j'indiquerai tout d'abord un contrôle. On sait que, pour deux bobines *sans fer*, I, II, on doit nécessairement avoir

$$M_{I}^{II} = M_{II}^{I}.$$

» Voici un cas particulier :

$$M_{I}^{II} = 0^{\text{Henry}},04966, \qquad M_{II}^{I} = 0^{\text{Henry}},04968.$$

» J'ai constaté que *cette réciprocité des coefficients d'induction n'existe plus quand les bobines contiennent du fer*. Les mêmes bobines ont donné, avec un noyau de fil de fer doux,

$$M_{I}^{II} = 0^{\text{Henry}},5290, \qquad M_{II}^{I} = 0^{\text{Henry}},5504.$$

» L'écart est bien réel; il n'est pas dû à un effet de saturation du fer, à un défaut de proportionnalité entre l'aimantation et l'intensité du courant inducteur; car, en doublant cette intensité, on retrouve les mêmes valeurs

$$M_{I}^{II} = 0^{\text{Henry}},5291, \qquad M_{II}^{I} = 0^{\text{Henry}},5490.$$

» II. Coefficients d'induction propre. — Dans un pont de Wheatstone, trois branches sont sans induction; la quatrième contient la bobine étudiée. Le pont est réglé pour un courant permanent; c'est le premier circuit du galvanomètre différentiel qui sert à constater l'équilibre.

» Le commutateur tournant envoie, $n$ fois par seconde, un courant induit de fermeture dans ce galvanomètre, que l'on ramène au zéro au moyen du circuit compensateur dont le courant est toujours fourni par la même pile.

» On arrête alors le commutateur et l'on dérègle le pont d'une faible quantité $r$. Si l'équilibre du galvanomètre se trouve rétabli, on pourra dire que la résistance réelle $r$ a agi comme la résistance fictive $n$L; abstraction faite d'une correction peu importante, on aura donc

$$L = \frac{1}{n} r.$$

» Voici quelques vérifications. En faisant varier l'intensité du courant et la période du commutateur, j'ai trouvé successivement pour une même bobine

$$0^{\text{Henry}},2445, \quad 0^{\text{Henry}},2446, \quad 0^{\text{Henry}},2446, \quad 0^{\text{Henry}},2443.$$

» Le contrôle suivant est plus important. Les coefficients d'induction propre de deux bobines sont trouvés égaux respectivement à

$$0^{\text{Henry}},05810 \quad \text{et} \quad 0^{\text{Henry}},05512,$$

dont la somme

$$0^{\text{Henry}},11322$$

est pratiquement identique à la valeur mesurée directement pour l'ensemble des deux bobines

$$0^{\text{Henry}},11318.$$

» Dans toutes ces mesures, on a employé avantageusement, comme différentiel, un galvanomètre Thomson à quatre bobines, dont la paire supérieure forme le premier circuit, la paire inférieure constituant le second (1). »

OPTIQUE. — *Sur la vision des objets opaques au moyen de la lumière diffractée.* Note de M. **Gouy**.

« Si l'on examine au moyen d'un microscope ou d'une lunette un objet opaque et non réfléchissant, placé sur le trajet d'un faisceau lumineux, en se plaçant dans les conditions ordinaires, l'image obtenue est formée à la fois par les rayons qui ont suivi leur route géométrique, et par les rayons diffractés par les bords de l'objet, par ceux du moins à qui leur déviation permet d'arriver à l'objectif. Si, au contraire, on dispose l'appareil de manière à arrêter les rayons qui ont suivi leur route sans déviation, les rayons diffractés seuls viennent former l'image.

» Les expériences relatives à la *diffraction éloignée,* que j'ai décrites il y a quelques années, appartenaient déjà à cette catégorie. Dans les expériences actuelles, on n'utilise que les rayons déviés d'un petit angle par la diffraction, et les deux espèces de diffraction (intérieure et extérieure à l'ombre géométrique) concourent pour former l'image.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

» On peut employer une lunette de viseur ou un microscope à long foyer, dirigé vers une source lumineuse éloignée. Au foyer principal de l'objectif, on place un très petit écran, juste suffisant pour arrêter les rayons directs. L'objet opaque étant placé en avant de l'objectif et à une distance convenable, les rayons diffractés seuls viennent former l'image.

» On peut aussi, entre autres dispositifs, faire usage d'un faisceau convergent, et recevoir le foyer sur un très petit écran, derrière lequel est placé l'objectif, l'instrument étant toujours orienté dans l'axe du faisceau incident.

» Dans ces conditions, la mise au point étant faite, le contour de l'objet opaque se montre dessiné, sur fond noir, par une ligne lumineuse formée par la lumière diffractée par les bords de l'objet. L'intensité est assez grande pour qu'une lampe ordinaire soit suffisante; avec une source très intense, l'image est accompagnée, comme toujours, de franges accessoires, dont nous ne nous occuperons pas ici.

» Cette image linéaire présente une structure fort curieuse qui constitue, à vrai dire, tout l'intérêt de l'expérience. Si on l'examine au moyen d'un oculaire fort, ou de tout autre système optique grossissant suffisamment, on voit cette ligne lumineuse prendre une largeur appréciable, et se montrer divisée en deux parties égales par une fine ligne noire, d'une netteté extrême; en d'autres termes, l'image est formée de deux lignes lumineuses, égales et équidistantes, séparées par un petit intervalle obscur.

» Si l'on arrête au moyen d'un écran l'un des deux faisceaux de rayons diffractés (intérieur ou extérieur à l'ombre géométrique), on voit cet intervalle obscur disparaître; ainsi la ligne noire résulte de l'interférence des deux faisceaux de rayons diffractés.

» En effet, en appliquant au cas actuel le mode de raisonnement de Fresnel, et ayant égard aux conditions de symétrie, on reconnaît *a priori* que les deux faisceaux de rayons diffractés issus du bord possèdent, à égale distance de ce bord, une différence de phase d'une demi-vibration et une amplitude égale. Dès lors, au foyer géométrique, ces deux faisceaux interfèrent, et l'image géométrique du bord est dessinée par une ligne noire [1], la lumière disponible étant rejetée de part et d'autre de cette ligne.

---

(1) Ceci n'est tout à fait exact que lorsque le bord de l'objet opaque est rectiligne ou a grand rayon de courbure; si au contraire ce bord présente des angles vifs, ces angles se montrent très légèrement arrondis.

» Les choses se passent, à très peu près, comme si l'on examinait une source lumineuse linéaire au moyen d'une lunette dont l'objectif serait recouvert, sur une moitié de sa surface, d'une lame mince produisant un retard d'une demi-onde. Ce cas est un de ceux qui sont réalisés dans l'expérience des franges de Talbot, dont la théorie est trop connue pour qu'il soit nécessaire d'insister ici. Dans le cas actuel, la condition d'interférence étant remplie pour toutes les couleurs, le phénomène est achromatique.

» Les dispositifs décrits plus haut peuvent rendre des services dans certaines mesures de précision. On sait en effet que le pointé du bord d'un objet opaque s'effectue dans des conditions bien moins satisfaisantes que le pointé d'une ligne, telle qu'un trait sur une règle. En utilisant les données qui précèdent, on peut ramener tous les pointés à ce cas particulièrement avantageux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation de la méthylamine et sur la constitution de l'hexaméthylène-tétramine.* Note de MM. **A. Trillat** et **Fayollat**, présentée par M. Schützenberger.

« Lorsqu'on réduit, par le zinc et l'acide chlorhydrique, la solution aqueuse de la combinaison ammoniacale de la formaldéhyde, et qu'on la chauffe en présence de la soude, il se dégage une forte odeur de méthylamine. Cette observation a servi de base au procédé suivant, concernant la préparation de cette amine, sans qu'il soit nécessaire de préparer préalablement la combinaison ammoniacale de l'aldéhyde.

» $100^{gr}$ d'aldéhyde formique à 33 pour 100 sont mélangés à froid avec une solution aqueuse d'ammoniaque jusqu'à ce qu'il n'y ait plus échauffement; on ajoute en une seule fois $200^{gr}$ de poudre de zinc, puis on fait couler lentement dans le mélange $750^{gr}$ d'acide chlorhydrique ordinaire. Cette addition se fait à froid et doit s'effectuer dans un espace de huit à dix heures. On ajoute au liquide un grand excès de soude, et on distille par un courant de vapeur d'eau ; les produits distillés sont reçus dans de l'acide chlorhydrique dilué. L'ammoniaque passe d'abord et ensuite la méthylamine ; on obtient ainsi un mélange des deux chlorhydrates qui sont évaporés, séchés et séparés par de l'alcool absolu à chaud.

» La méthylamine obtenue par ce procédé ne donne aucune des réactions des amines secondaires et tertiaires : elle peut donc être considérée comme pure ou accompagnée de faibles traces d'autres amines.

» Les réactions donnant lieu à la formation de la méthylamine par cette méthode pourraient être expliquées de la manière suivante. Le mélange d'aldéhyde et d'ammoniaque fournirait d'abord la diméthylène-diamine-méthane

$$3CH^2O + 2AzH^3 = CH^2{=}(Az{:}CH^2)^2 + 3H^2O.$$

» Ce produit, sous l'influence de la réduction et d'une hydratation, fournirait la méthylamine

$$CH^2\begin{cases}Az : CH^2\\ Az : CH^2\end{cases} + 4H = CH^2\begin{cases}AzHCH^3\\ AzHCH^3,\end{cases}$$

$$CH^2{=}(AzHCH^3)^2 + H^2O = CH^2O + 2AzH^2CH^3.$$

» Dans la distillation à la vapeur, l'entraînement de l'ammoniaque se fait très facilement : celui de la méthylamine est beaucoup plus long et doit s'effectuer en présence d'un grand excès d'alcali.

» La réduction des combinaisons ammoniacales des autres aldéhydes par le même procédé fera l'objet d'une Communication ultérieure.

» La combinaison de l'aldéhyde formique et de l'ammoniaque a été étudiée par plusieurs auteurs, notamment par Butlerow (¹), Tollens (²), Lösekann (³), etc. Ces auteurs ont généralement admis pour la constitution de ce produit la formule $Az^4(CH^2)^6$, de préférence à la formule plus simple $Az^2(CH^2)^3$. Cependant la détermination de la densité de vapeur de l'hexaméthylène-tétramine est loin de donner des résultats concluants. Tollens et Mayer (⁴) reconnaissent aussi que la méthode cryoscopique de M. Raoult ne leur a pas permis d'adopter, d'une manière très sûre, la formule $Az^4(CH^2)^6$. Devant cette incertitude, il paraît plus rationnel d'admettre la formule simplifiée, et cela par suite des considérations suivantes. Tandis que la formule doublée est d'une constitution difficile à expliquer, et sur laquelle les auteurs ne s'entendent pas, la formule simple pourrait être ainsi représentée

$$Az^2(CH^2)^3 = CH^2\begin{cases}Az : CH^2\\ Az : CH^2.\end{cases}$$

» La réaction donnant naissance à cette combinaison pourrait se par-

(¹) *Annalen der Chemie*, t. CXV, p. 322.

(²) Tollens, *Berichte der Deutsche Gesellschaft*, t. XVII, p. 656.

(³) Losekann, *Chemiker Zeitung*, p. 1409; 1890.

(⁴) *Berichte der Deutschen Gesellschaft*, t. XXI, p. 1570.

tager en deux phases. En premier lieu, une molécule d'ammoniaque et d'aldéhyde formique se combineraient pour donner naissance à la *méthylène-amine*, dont j'ai déjà fait prévoir l'existence et qui a également été entrevue par M. Louis Henry [1]

$$(1) \qquad CH^2O + AzH^3 = CH^2 : AzH + H^2O.$$

Deux molécules de méthylène-amine réagiraient ensuite avec une molécule d'ammoniaque pour donner la diméthylène-diamine-méthane

$$(2) \qquad CH^2O + 2CH^2 : AzH = CH^2{=}(Az : CH^2)^2 + H^2O.$$

Pour appuyer notre hypothèse, nous citerons les analogies que présente la formule dédoublée avec certaines combinaisons de la série aromatique. L'aniline donne, avec la formaldéhyde, l'anhydroformaldéhyde-aniline $C^6H^5Az : CH^2$, comparable au composé $CH^2 : AzH$; la monométhylaniline donne le dérivé $(C^6H^5AzCH^3)^2{=}CH^2$, comparable au composé $CH^2{=}(Az:CH^2)^2$ de la formule (2).

» Enfin, tandis que l'anhydroformaldéhyde-aniline donne, par réduction, la monoéthylalinine, la combinaison ammoniacale de la formaldéhyde donne la méthylamine, ce qui indiquerait dans les molécules un groupement semblable [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les méthyltartrates et éthyltartrates alcalins.* Note de M. J. **Fayollat**, présentée par M. Friedel.

« Ces composés, qui ont été étudiés par Dumas et Peligot [3], par Guérin Varry [4], Dumas et Piria [5], par Morian [6], par Mulder [7] et par Valden [8], n'ont cependant fait l'objet d'aucune détermination polarimétrique. Les recherches que je publie aujourd'hui sont destinées à combler cette lacune.

---

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. XXVI; 1893.
(2) Travail fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.
(3) *Ann. Ch. Ph.*, 2e série, t. LXI, p. 200.
(4) *Ibid.*, 2e série, t. LXII, p. 57.
(5) *Ibid.*, 3e série, t. V, p. 373.
(6) *Journ. der Pharm.* de Trommsdorf, t. XXIII, p. 2 et 43; t. XXIV, p. 1 et 11.
(7) *Recueil trav. chim. Pays-Bas*, t. VIII, p. 370.
(8) *Zeitschrift phys. Chem.*, t. VIII, p. 474.

» MÉTHYLTARTRATES. — L'acide méthyltartrique a été préparé en chauffant pendant trois ou quatre heures au bain-marie un mélange d'une partie d'acide tartrique et d'une partie d'alcool méthylique. On obtient ainsi un produit visqueux qui sert de point de départ pour la préparation des sels.

» *Sel de lithium.* — Se forme lorsque l'on traite ce produit visqueux par un peu d'eau et qu'on ajoute la quantité calculée de carbonate de lithium. Le produit de la réaction, repris par l'eau, a été concentré au bain-marie. Le sel se dépose bien cristallisé; on le lave à l'alcool. L'analyse conduit à la formule $C^5H^7O^6Li$.

» *Sel de sodium.* — S'obtient le plus facilement en ajoutant à l'acide visqueux la quantité calculée de soude caustique en solution concentrée. On reprend par l'eau, on évapore à une température de 70° environ, et l'on abandonne à la cristallisation. L'analyse répond à la formule $C^5H^7O^6Na$.

» *Sel de potassium.* — Se prépare comme le sel de lithium; la neutralisation avec la potasse ne donne pas de bons résultats. L'analyse répond à la formule $C^5H^7O^6K$.

» *Sel d'ammonium.* — Préparé directement en neutralisant avec l'ammoniaque la solution visqueuse d'acide méthyltartrique fraîchement obtenue. Le sel repris par l'eau est évaporé dans le vide sec, il ne se dépose en cristaux qu'au bout d'un ou deux mois; il attire l'eau avec une grande avidité.

» ÉTHYLTARTRATES. — L'acide éthyltartrique a été préparé comme l'acide méthyltartrique en faisant réagir l'alcool éthylique sur l'acide tartrique. On obtient ainsi un produit visqueux qui peut être utilisé directement pour la préparation des sels.

» *Sel de lithium.* — Obtenu par double décomposition avec le carbonate de lithium; se dépose sous forme de beaux cristaux dont l'analyse répond à la formule $C^6H^9O^6Li$.

» *Sel de sodium.* — Se forme par neutralisation directe avec la soude; il se dépose à l'état cristallisé.

» *Sel de potassium.* — Préparé aussi par neutralisation directe de l'acide éthyltartrique avec la potasse.

» *Sel de baryum.* — S'obtient en saturant par le carbonate de baryum la solution fraîchement préparée de l'acide éthyltartrique; on achève la réaction en chauffant légèrement, et l'on concentre la solution à une basse température ou mieux encore sous le dessiccateur.

» *Sel de calcium.* — Se prépare comme le précédent en mettant un excès de carbonate de calcium et chauffant un peu au bain-marie. On lave à l'alcool.

» Il est à remarquer que tous ces sels se déposent de leur solution aqueuse, à l'état anhydre, sans eau de cristallisation. A cet égard, ils diffèrent notablement des tartrates qui se déposent avec des quantités d'eau de cristallisation variant de une demie à plusieurs molécules.

DÉTERMINATIONS POLARIMÉTRIQUES.

» Ces divers produits, dissous dans l'eau, ont été l'objet de mesures polarimétriques, réunies dans le Tableau suivant :

| Corps. | Poids de substance dans 25$^{cc}$. | Longueur du tube en décim. = L. | $\alpha$ = déviation polarimétrique. | $\alpha_{(D)}$ = pouvoir rotatoire spécifique. |
|---|---|---|---|---|
| Acide tartrique............. | 0,4740 | 2 | +0,61 | +16,1 |
| Acide méthyltartrique....... | 0,5183 | » | +0,75 | +18,1 |
| Méthyltartrate de Li........ | 0,5370 | » | +1,14 | +26,5 |
| » de AzH$^4$..... | 0,5727 | » | +1,28 | +28,0 |
| » de Na........ | 0,5883 | » | +0,99 | +21,0 |
| » de K......... | 0,6393 | » | +1,16 | +22,7 |
| Acide éthyltartrique........ | 0,5630 | » | +0,98 | +21,8 |
| Éthyltartrate de Li.......... | 0,5822 | » | +1,34 | +28,8 |
| » de Na......... | 0,6328 | » | +1,39 | +27,5 |
| » de K.......... | 0,6825 | » | +1,40 | +21,6 |
| * Éthyltartrate de Ca....... | 0,6226 | » | +1,21 | +24,3 |
| * » de Ba....... | 0,7767 | » | +1,26 | +20,3 |

» A l'exception des mesures relatives aux sels de calcium et de baryum marquées du signe *, toutes ces observations se rapportent à des solutions contenant le même nombre de molécules dans le même volume. La dilution correspond approximativement à une molécule gramme dans huit litres d'eau; et pour les sels peu solubles de calcium et de baryum à une molécule gramme dans seize litres d'eau. Abstraction faite de ces deux sels, on remarquera que, dans chaque série, les déviations des sels alcalins sont très approximativement égales; ce qui correspond à un état de dissociation sensiblement le même pour les divers sels d'une même série. Pour me conformer à l'usage, j'ai quand même calculé les valeurs de $\alpha_{(D)}$.

» J'aurais voulu compléter ces mesures, par des observations faites sur les mêmes sels en solution dans l'alcool. Malheureusement leur peu de solubilité dans ce dissolvant ne permet pas d'effectuer des mesures un peu exactes du pouvoir rotatoire (exception faite toutefois pour les acides).

» Je me borne donc à transcrire les déviations polarimétriques observées au moyen de solutions saturées à la température ordinaire dans l'alcool à 99 pour 100.

» Ces observations démontrent, cependant, que les méthyltartrates et éthyltartrates conservent dans ce dissolvant leur caractère dextrogyre.

| Corps. | Poids de substance dans $50^{cm^3}$. | L = longueur du tube en décimètres. | α = déviation polari-métrique. |
|---|---|---|---|
| Acide tartrique | 0,4740 | 6 | + 0,31 |
| » méthyltartrique | 0,5183 | » | + 0,20 |
| Méthyltartrate de Li | 0,0806 | » | 0,14 |
| » Na | 0,0130 | » | 0,04 |
| » K | 0,0044 | » | 0,02 |
| Acide éthyltartrique | 0,5630 | » | + 0,48 |
| Éthyltartrate de Li | 0,3526 | » | 0,87 |
| » Na | 0,0446 | » | 0,10 |
| » K | 0,0154 | » | 0,04 (1) |

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les homologues de la gallanilide; préparation de la galloparatoluide.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« La préparation de la gallanilide, ou anilide de l'acide gallique, par réaction de l'aniline sur le tannin (2), nous donnait à penser qu'en faisant intervenir les homologues de l'aniline, nous obtiendrions les homologues de la gallanilide par un dédoublement analogue du tannin de la noix de galle.

» L'expérience nous a démontré que la paratoluidine seule se comporte comme l'aniline.

» On chauffe vers 150° pendant une heure environ $100^{gr}$ de paratoluidine cristallisée et $100^{gr}$ d'acide gallotannique. On traite ensuite par l'eau additionnée de l'acide chlorhydrique. Il se forme un précipité qu'on essore et qu'on fait cristalliser plusieurs fois dans l'alcool aqueux.

» On obtient des paillettes cristallines d'une grande blancheur fondant à 211° au lieu de 205°, point de fusion de la gallanilide; ce corps est très peu soluble dans l'eau froide, mais très soluble dans l'eau bouillante. Il est soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» L'analyse élémentaire indique que ce corps correspond à la gallotoluide, et, d'après ses origines, à la galloparatoluide :

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.\underset{(4)}{C^6H^4}.\underset{(1)}{CH^3} \\ (OH)^3. \end{array} \right.$$

(1) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université, octobre 1893.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 698, 27 mars 1893.

» Il cristallise dans l'eau ou l'alcool aqueux avec 2 molécules d'eau, tout comme la gallanilide; il perd cette eau à 100°. Les cristaux, de brillants qu'ils étaient, prennent l'aspect effleuri.

» Sous l'influence de l'acide chlorhydrique à 150° en tube scellé la galloparatoluide se dédouble en acide gallique et paratoluidine.

» Les alcalis caustiques à l'abri de l'air ne l'attaquent pas sensiblement, même à l'ébullition. Au contact de l'air, ils la transforment peu à peu par oxydation.

» Les mêmes dérivés salins que nous avons décrits pour la gallanilide (¹) se forment avec la gallotoluide.

» Une solution bouillante de gallotoluide traitée par l'acétate de zinc donne immédiatement un précipité blanc très insoluble dans l'eau, correspondant à la formule

$$C^6H^2 \begin{cases} CO.AzH.\underset{(4)}{C^6}H^4.\underset{(1)}{CH^3} \\ \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \!\!>\! Zn \\ OH \end{cases}.$$

» Nous n'avons pas recherché les autres composés zinciques prévus par la théorie et précédemment décrits par nous pour la gallanilide (²); mais ils doivent se former probablement.

» Les acétates de plomb donnent également un précipité insoluble avec une solution bouillante de gallotoluide. Ce précipité correspond encore à la formule

$$C^6H^2 \begin{cases} CO.AzH.\underset{(4)}{C^6}H^4.\underset{(1)}{CH^3} \\ \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \!\!>\! Pb \\ OH \end{cases}$$

» L'eau de baryte ou l'eau de chaux donnent des combinaisons barytique ou calcique analogues s'altérant à l'air.

» Comme avec la gallanilide, les acétates mercurique et cuprique sont réduits.

» Bouillie avec la nitrosodiméthylaniline au sein de l'alcool la gallotoluide donne l'homologue du *bleu gallique* ou *indigo* du *tannin* que nous avons étudié précédemment (³). On obtient là un oxindophénol analogue à la gallocyanine.

» Nous avons fait réagir sur l'acide gallotannique, dans les mêmes conditions, l'orthotoluidine, la méthylaniline, la diméthylaniline, et enfin le produit commercial désigné sous le nom de *xylidine pure*, mais qui est encore un mélange d'isomères; nous n'avons obtenu que des résultats

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 47.
(²) *Ibid.*, t. CXVII, 3 juillet 1893, p. 47.
(³) *Ibid.*, t. CXVI, p. 884.

négatifs. Il nous a été impossible de recueillir un corps défini cristallisé, même en nous aidant du froid ou de l'addition de divers solvants au liquide aqueux. Nous n'avons pas eu en mains la métatoluidine qui, peut-être, donne également des résultats négatifs.

» Ces faits ne sont pas pour nous étonner. La position des groupements en série aromatique influe considérablement sur les propriétés des corps.

» Les réactions différentes des trois diméthylanilines carboxylées signalées dernièrement par M. Lauth [1] en témoignent encore. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influences héréditaires expérimentales.* Note de MM. GLEY et CHARRIN, présentée par M. Marey.

« On ne possède pas d'expériences positives suffisantes, permettant d'affirmer la possibilité de transmettre aux descendants tel état anatomique ou physiologique déterminé du fait de l'influence de l'élément mâle. La Bactériologie nous a paru capable de faciliter la solution du problème.

» Il était, en effet, légitime de se demander si, d'une part, on constaterait l'existence de l'immunité chez des sujets issus de couples dont le père uniquement était réfractaire au moment de la fécondation; si, d'autre part, quelques phénomènes spéciaux, conséquences de la vaccination, qui, au fond, consiste à inoculer une infection atténuée, ne se produiraient pas.

» Dans le but de vérifier ces hypothèses, on vaccine 8 lapins mâles contre le bacille pyocyanogène; ces vaccinations sont pratiquées à trois reprises : le 30 mars 1893, on injecte 1$^{cc}$ de culture atténuée sous la peau de chaque animal, puis, le 1$^{er}$ et le 3 avril, 5$^{cc}$ de toxines;

» Quinze jours après, on répartit ces animaux, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, entre quatre cages; dans chacune de ces cages, on place 2 femelles normales *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*.

» Le 27 juin 1893, une des lapines, *e*, de la troisième cage, accouche de 8 petits qui succombent dans les quarante-huit heures.

» Le 30 du même mois, la femelle *g* de la quatrième cage donne le jour à 6 rejetons : trois périssent, trois survivent; à la date du 2 octobre, ils pèsent A 665$^{gr}$, B 602$^{gr}$; C 610$^{gr}$.

» Le même jour, la seconde femelle *h* de cette même cage a, de son côté, 6 nouveau-nés qui semblent arriver avant terme; aucun n'est vivant.

---

(1) *Comptes rendus*, 30 octobre 1893.

» Le 2 juillet 1893, une lapine, *d*, de la seconde cage, a 7 petits; 4 seulement, D, E, F, G, s'élèvent.

» Le surlendemain, on découvre 6 cadavres de fœtus dans la première cage.

» Les femelles *a*, *b*, *c*, *f* sont demeurées stériles.

» Le 3 septembre, la lapine meurt. Le 26, on inocule les mâles I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, les femelles *a*, *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, *h*, plus 4 témoins, 1, 2, 3, 4; chaque sujet reçoit, dans les veines, $1^{cc}$ d'une culture pyocyanique de virulence modérée.

» Les témoins 2, 4 et la lapine *a* succombent le 2 octobre; le témoin 1 vingt-quatre heures après; le témoin 3 et la femelle *c*, le 5; les femelles *b* et *f*, le 7; la femelle *h*, le 9. Le 15, la femelle *g* est malade; elle a maigri; néanmoins, elle est encore vivante à la fin d'octobre, ainsi que *d* qui n'a pas été souffrante; toutefois, *g* a un début de paraplégie.

» Tous les mâles ont résisté, à l'exception de II (première cage) et V (troisième cage), qui ont péri, l'un le 10, l'autre le 17 octobre.

» Ainsi, l'état réfractaire, réel, mais variable, chez ces mâles, a été reconnu incomplet, inconstant, pour les femelles, quoique indéniable cependant, et plus marqué chez celles qui se sont montrées fécondes; cet état peut, ici, jouer un rôle; la cellule paternelle n'en est pas moins le *primum movens*.

» Cette transmission de résistance s'opère grâce à l'accouplement et à la grossesse. Différents facteurs interviennent, qualités du vaccin, intensité de la vaccination, dates respectives de cette vaccination et de ces fécondations, l'influencent, etc.

» Le 4 octobre 1893, on inocule de la même façon les 7 petits A, B, C, D, E, F, G, et 5 témoins nés le 10 juillet, 11 jours après A, B, C, 8 après D, E, F, G. Malgré cette différence, leur poids moyen atteint $882^{gr}$; celui de A, B, C, 616 et celui des 4 derniers, 719; les témoins sont désignés par les chiffres 5, 6, 7, 8, 9.

» Le 11 octobre, tous les témoins sont morts; les témoins 5 et 7 ont péri le 8; le témoin 6, le 10; les témoins 8 et 9, le 11.

» Le petit lapin B succombe le 10; E, le 12; F et C, le 17; G, le 26. Les deux autres sont bien portants à l'heure présente.

» Inutile de commenter longuement ces expériences; elles parlent d'elles-mêmes. — Quand on accouple des lapins, le mâle étant seul vacciné contre le bacille pyocyanogène, on peut voir, dans des cas assez rares, l'immunité transmise aux descendants. Si cette transmission est inconstante, cette immunité des descendants, le plus souvent, est incomplète, peu profonde; néanmoins, il y a là un attribut héréditaire du fait de cet élément mâle.

» Nous avons rapporté ici une de nos expériences; mais, depuis plus de

trois ans, nos recherches ont porté sur 34 animaux, dont 26 mères. — En dehors des phénomènes que nous venons d'indiquer, on observe de la stérilité, des avortements, des morts dans les premiers jours. — Si les rejetons s'élèvent, ils sont normaux, ou bien ils sont atrophiés; les os, dans ce dernier cas, sont courts, les épiphyses sont volumineuses, tuméfiées, surtout au niveau des membres; le poids général est très inférieur.

» Or, des accidents de même ordre se produisent : lorsque les deux générateurs sont vaccinés, lorsque la mère seule a été rendue réfractaire, ou lorsque l'infection des parents est subaiguë; plus d'une fois, nous l'avons constaté. Entre l'état des générateurs, celui du père en particulier, dans les recherches que nous avons résumées, et ces accidents, il y a donc des relations certaines.

» Ainsi se démontre cette influence de la cellule mâle; elle agit comme agit l'élément femelle ou les deux réunis. L'objection, notons-le incidemment, qui invoquerait l'allaitement pour expliquer l'immunité des petits, ne s'étend pas aux autres phénomènes (avortements, atrophie, etc.). — A certain point de vue, ces constatations sont en accord avec les enseignements des cytologistes, tels que Strassburger, Guignard. D'après ces savants, « si, chez l'ascendant, la cellule a 12 chromosomes, chez le descendant on en compte 12, dont 6 apportés par le spermatozoïde, et 6 par l'ovule ».

» Notons que la fréquence de la stérilité, des morts précoces, de l'inconstance de la transmission de l'immunité, obligent à poursuivre un nombre considérable d'expériences, avant de voir se réaliser tous les cas.

» D'autres recherches, du reste, seraient nécessaires pour étudier l'état bactéricide, l'état phagocytaire, les monstruosités et surtout la descendance des premières générations anomales.

» Pour le moment, sans vouloir toucher aux explications théoriques, parfois trop faciles, nous nous bornons strictement aux faits que nous avons résumés. Leur signification ne saurait échapper à personne. En tout cas, ils ébranlent la doctrine de Weismann, attendu qu'il y a transmission de propriété des éléments somatiques aux germinatifs. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur un phénomène d'inhibition chez les Céphalopodes : constriction paralytique des Chromatophores.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Comme je l'ai fait remarquer dans une Communication antérieure [1], la dilatation des chromatophores, qui donne à la peau des Céphalopodes une teinte noire intense, n'est pas l'unique manifestation des émotions chez ces animaux. Bien souvent, au contraire, il se produit, sous l'influence de causes diverses, un resserrement extrême des taches pigmentaires : il en résulte une pâleur considérable de la peau. Ces deux phénomènes inverses sont comparables à ceux qui résultent de la dilatation ou du resserrement des vaisseaux sanguins et l'on peut les désigner par les mots de *chromato-dilatation* et de *chromato-constriction*. Jusqu'ici le premier phénomène a été seul l'objet de recherches et de discussions; le second a échappé à l'attention des investigateurs.

» Par opposition à la pâleur relative qui succède à la noirceur et qui résulte du relâchement des muscles dilatateurs, la chromato-constriction dont il est ici question est, au contraire, un phénomène actif, dû à une intervention spéciale du système nerveux. Pour nous en rendre compte, analysons ce qui se passe dans le chromatophore au repos. La tache pigmentaire est soumise à deux forces antagonistes : l'une, continue et toujours égale, c'est l'élasticité de l'enveloppe qui tend à la resserrer ; l'autre variable et oscillante, c'est la tonicité des muscles radiaires qui tend, au contraire, à la dilater. Cette action tonique est sous la dépendance du système nerveux, et, si l'on supprime l'action de ce dernier par la section du nerf, l'équilibre est rompu : le chromatophore, obéissant à la seule force élastique, se rétracte au maximum.

» Or, la chromato-constriction résulte précisément d'une *action paralysante* dont les effets sont analogues à ceux de la section du nerf. C'est un phénomène d'inhibition semblable à celui qui a lieu pour la vaso-dilatation, avec cette différence qu'ici la force antagoniste agit en sens inverse. Où et comment se produit l'inhibition? C'est pour résoudre cette question que j'ai entrepris sur la Seiche de nouvelles expériences à la Station zoolo-

---

(1) *Comptes rendus*, 1891.

gique d'Arcachon. Je suis heureux de remercier de nouveau M. le professeur Jolyet du concours bienveillant qu'il m'a prêté.

» Le premier point à élucider était de savoir s'il existe des filets nerveux chromato-constricteurs agissant directement sur le muscle ou sur des ganglions interposés sur leur trajet. La disposition anatomique se prête assez facilement à cette recherche. Les nerfs palléaux innervent seuls toute la peau du manteau; on peut les découvrir aisément et agir sur eux de diverses manières. Si, après avoir sectionné l'un de ces nerfs, on excite le bout périphérique, on détermine, quand les électrodes ont été placées aux lieux d'élection, une chromato-dilatation du côté excité. En variant la nature et l'intensité de l'excitation, en explorant toute la circonférence du nerf, je n'ai pas réussi à produire la *chromato-constriction*. Il en est de même si l'on excite directement le ganglion étoilé. Comme l'ont déjà démontré P. Bert et Chéron, ce ganglion ne fonctionne pas non plus comme centre réflexe, et en excitant un des filets qui s'en échappent, on ne provoque ni chromato-dilatation, ni chromato-constriction. Après ces résultats négatifs, il ne restait plus qu'à rechercher dans les ganglions périœsophagiens la cause du phénomène inhibitoire qui amène la chromato-constriction. C'est à cette recherche que j'ai consacré le plus grand nombre d'expériences. Existe-t-il un centre dont l'excitation directe ou réflexe amène une *chromato-constriction* généralisée et inversement la destruction de ce centre abolit-elle complètement la possibilité de ce phénomène? Tels sont les deux points à la détermination desquels est liée la solution du problème.

» 1° L'excitation du ganglion sus-œsophagien par un courant faible détermine souvent une pâleur extrême, mais il est probable que cela est dû à un phénomène réflexe, plutôt qu'à l'excitation de la surface cérébrale, car on peut enlever celle-ci sans abolir les réflexes chromato-constricteurs. Ces réflexes s'obtiennent assez facilement par excitation des ganglions ou du pédoncule optique, ou du bout central du nerf palléal.

» D'après ces résultats, il est évident qu'il existe dans les ganglions périœsophagiens des *centres chromato-constricteurs* dont la mise en activité peut paralyser les *centres chromato-dilatateurs*. Il reste à déterminer dans quelle partie de ces ganglions se trouvent ces centres.

» 2° On sait que les ganglions sous-œsophagiens sont le siège de centres chromato-dilatateurs dont la destruction entraîne la paralysie complète des chromatophores. Il était donc rationnel de rechercher si les centres inhibiteurs étaient localisés dans les ganglions sus-œsophagiens et c'est

pourquoi j'ai essayé de les atteindre en faisant des lésions plus ou moins profondes des ganglions cérébroïdes. Après de nombreuses tentatives infructueuses, j'ai été amené à reconnaître que les insuccès étaient dus à ce que les lésions étaient incomplètes, ou bien, si elles étaient complètes, elles étaient unilatérales. En modifiant le manuel opératoire, je suis arrivé, presque à coup sûr, à produire les lésions dont la réalisation entraîne la *destruction des centres chromato-constricteurs* et l'impossibilité, pour l'animal ainsi opéré, de réagir aux différentes excitations autrement que par un réflexe chromato-dilatateur.

» Il y a une telle corrélation entre les symptômes et la lésion qu'on pouvait prédire d'avance les résultats de l'autopsie, qui a toujours servi de contrôle dans toutes les expériences.

» *Dans tous les cas où la chromato-constriction avait été supprimée, les ganglions cérébroïdes étaient hors d'état de fonctionner.*

» Il faut donc en conclure que les centres inhibiteurs des chromatophores sont localisés dans les ganglions cérébroïdes, et que c'est par une action directe de ces centres sur les centres chromato-dilatateurs que se produit la paralysie momentanée des muscles chromato-dilatateurs et la pâleur qui en résulte.

» En résumé, pour les chromatophores comme pour les vaisseaux sanguins, l'inhibition de la fibre musculaire ne se fait pas directement, mais bien par l'intermédiaire de centres nerveux et, en rapprochant les deux phénomènes, j'ai voulu apporter une contribution à la physiologie générale des actions nerveuses inhibitoires. »

ZOOLOGIE. — *Sur la continuité craniologique sériale dans le genre* Lepus. Note de M. **Remy Saint-Loup**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les naturalistes classificateurs considèrent le Lièvre, *Lepus timidus* de France, et le Lapin, *Lepus cuniculus* du même pays, comme des espèces distinctes; quant au Lapin domestique, il est généralement classé comme une variété de l'espèce sauvage. Ces distinctions spécifiques sont-elles soutenables, et dans quelles limites? Telles sont les questions que j'ai cherché à résoudre par l'étude anatomique.

» L'examen des caractères extérieurs du Lièvre et du Lapin ne permet qu'une distinction spécifique conventionnelle, appuyée sur les différences de volume de deux types. La considération de ce fait que les nouveau-nés

ne présentent pas, chez le Lièvre et chez le Lapin, le même état d'évolution, vient pour quelques auteurs autoriser davantage la distinction spécifique. Mais la comparaison anatomique portant sur les crânes permettrait d'admettre, ainsi que je l'ai fait ressortir dans une précédente étude, une distinction très nette entre le Lapin domestique et le Lièvre; une différence moins profonde entre le Lapin de garenne et le Lièvre.

» Il paraît donc possible d'accorder aux classificateurs l'espèce *Lepus timidus* et l'espèce *Lepus cuniculus*, à la condition qu'il s'agisse des types d'une région déterminée, de la France par exemple. Mais il reste à savoir si la séparation ainsi admise ne sera pas rendue illusoire par suite de l'existence de formes intermédiaires; je puis déjà répondre que les deux types dont il s'agit sont au point de vue des caractères craniens les termes extrêmes d'une série continue. Voici sur quelles bases repose la démonstration.

» 1° Les crânes provenant de Lièvres tués dans les différentes régions de nos départements et de l'Alsace présentent tous un écartement de la région maxillaire supérieure, dont les dimensions sont telles que les nombres qui expriment la largeur de la fosse palatine antérieure et celle de la fosse palatine postérieure sont sensiblement égaux; de plus, la somme de ces nombres est sensiblement égale *au cinquième* de la longueur cranienne curviligne. J'entends par longueur cranienne curviligne la somme des longueurs de l'occipital, de l'interpariétal, des pariétaux, des frontaux et des os nasaux.

» 2° Les crânes appartenant aux Lapins domestiques (Lapin gris, commun, de clapier) présentent tous un écartement palatin tel que la fosse palatine postérieure a sensiblement moitié de la largeur de la fosse antérieure (rapport $\frac{5}{9}$); en outre, la somme de ces largeurs est *inférieure au septième* et *voisine du huitième* de la longueur cranienne curviligne.

» Les caractères différenciels sur ces points sont donc de deux ordres : dimensions de l'une des fosses par rapport à l'autre, dimensions de ces fosses par rapport au crâne. Or le dernier de ces caractères différentiels disparaît parfaitement si je range dans l'ordre suivant les crânes que j'ai examinés et mesurés.

» A. Somme des largeurs palatines sensiblement *égale au cinquième*, la longueur cranienne curviligne. *Lepus timidus* de France (origines diverses). *Lepus* d'Amérique (coll. Museum, variété indéterminée).

B. Somme des largeurs palatines *inférieure au cinquième* de la longueur cranienne curviligne. *Lepus* du Labrador (coll. lab. Anat. comparée).

» C. Somme des largeurs palatines *égale ou supérieure au sixième* de la longueur cranienne curviligne. *Lepus* de Cochinchine (coll. A. Milne-Edwards) et *Lepus* du Japon (coll. lab. Anat. comparée).

» D. Somme des largeurs palatines *inférieure au sixième* et *voisine du sixième* de la longueur cranienne curviligne. *Lepus* du Cambodge, *L. cuniculus* d'Algérie (coll. *mihi*), Lapin russe (coll. *mihi*).

» E. Somme des largeurs palatines *égale au septième* de la longueur cranienne curviligne. *Lepus cuniculus* garenne de France.

» F. Somme des largeurs palatines *inférieure au septième* et *voisine du huitième* de la longueur cranienne curviligne. *L. cuniculus domesticus* de France, de Belgique et d'Angleterre.

» Nous passons ainsi insensiblement du type extrême Lièvre au type extrême Lapin. Leur distinction spécifique conventionnelle est déjà ébranlée.

» Examinons maintenant les dimensions relatives de la fosse antérieure et de la fosse postérieure.

» Chez les types ABC, les deux fosses ont sensiblement la même largeur avec une tendance à la supériorité de la largeur antérieure.

» Chez les types D, la fosse antérieure est un peu plus large que la fosse postérieure.

» Chez les types E, nous trouvons très généralement la fosse antérieure sensiblement plus large que la fosse postérieure, et nous sommes ainsi conduit graduellement au type F où cette inégalité, encore exagérée, est de règle absolue.

» Ainsi les deux méthodes comparatives, tirées de l'examen de la face inférieure du crâne, conduisent au même résultat; elles ont cependant leur point de départ dans deux états morphologiques qui ne s'entraînent pas nécessairement à la suite l'un de l'autre.

» On pourra objecter qu'une mise en série des animaux du genre *Lepus* d'après l'aspect des voûtes palatines semble arbitraire et sans portée. Je répondrai que je n'ai adopté cette manière qu'après m'être convaincu que les caractères différenciels les plus importants qui puissent être tirés de l'étude comparée du Lièvre et du Lapin se réduisent dans celui-là.

» Quant à l'objection qui pourrait être faite en raison de la différence d'aspect du Lapin nouveau-né et du Lièvre nouveau-né, elle ne peut être combattue en quelques lignes et j'énonce simplement ici qu'elle ne paraît pas irréductible.

» Il reste acquis, dans la limite des faits exposés ici, qu'entre des types animaux du même genre, paraissant constituer des espèces, il existe une

série de types intermédiaires qui rendent au mot *espèce* sa signification illusoire ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur le genre* Polydora *Bosc* (Leucodore *Johnston*). Note de M. F. **Mesnil**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Au cours de l'étude que je poursuis sur les différents types de la famille des Spionidiens, j'ai eu l'occasion d'examiner plusieurs espèces du genre *Polydora : P. ciliata* Johnst. (*Leucodore Audax* Qfg.), *P. cœca* OErst. (*P. flava* Clp.), *P. polybranchia* Hasw., *P. armata* Lnghs, et une espèce nouvelle que je nommerai *P. Giardi* ([2]).

» Cette espèce nouvelle peut se caractériser brièvement de la façon suivante : c'est une *P. cœca* réduite à l'échelle de $\frac{2}{3}$ environ avec les différences suivantes : 1° le cinquième sétigère a des soies anormales de *P. ciliata;* 2° les faisceaux dorsaux de soies fines manquent. Je crois qu'il faut rapporter à cette espèce les *P. ciliata* var. *minuta* de Langerhans (peut-être *pro parte*) et les jeunes exemplaires de *P. Agassizii* de Marion et Bobretzky.

» A. — Je ne veux noter ici que les faits suivants, qui me paraissent présenter un intérêt particulier tant au point de vue de la morphologie générale des Spionidiens (et, par conséquent, de la place du genre *Polydora* dans cette famille) que des relations des différentes espèces entre elles.

» I. Le prostomium est plus ou moins échancré antérieurement; *P. antennata* Clp. présente des cornes frontales aussi développées que les pseudotentacules des *Colobranchus* de Schmarda. Je ne pense pas qu'il soit possible d'homologuer ces deux sortes de formations.

» II. Les branchies ne portent de cils que du côté dorsal. Le côté externe est bordé par une mince membrane, prolongement de la lamelle située derrière le mamelon sétigère dorsal (*P. armata, P. polybranchia*). Cette disposition explique l'absence de cils de ce côté non seulement chez

---

([1]) Ce travail a été fait à l'École pratique des Hautes Études (Laboratoire de M. le Professeur Pouchet). Je dois de sincères remerciements à M. Milne-Edwards, Directeur du Museum, qui m'a communiqué des matériaux d'études, et à M. le Capitaine de vaisseau Fustier, qui a eu l'obligeance de m'envoyer plusieurs crânes de Lièvres exotiques.

([2]) Les matériaux de cette étude proviennent de Wimereux (Pas-de-Calais) et de l'anse Saint-Martin, près du cap de la Hague.

les deux espèces citées, mais encore chez les autres espèces du genre qui ont probablement perdu ce prolongement membraneux.

» III. Chez tous les Spionidiens, un faisceau de soies dorsales typique se compose : 1° de quelques soies plus dorsales que les autres (je les nomme *dorsales supérieures*); 2° de deux rangées transversales de soies, l'une antérieure, l'autre postérieure. Une rame ventrale comprend une rangée antérieure de soies et une postérieure, et, en plus, un petit nombre de soies *ventrales inférieures*.

» Cela étant, je considère les soies anormales du cinquième sétigère (c'est la présence de ce sétigère modifié qui caractérise le genre *Polydora*) comme formant la rangée postérieure dorsale, « les soies en lancette » la rangée antérieure, et le petit faisceau dorsal des auteurs les dorsales supérieures. Chez *P. armata*, la rangée antérieure manque; chez *P. polybranchia*, elle présente de grosses soies ayant la forme et le rôle (?) d'un pinceau; les dorsales supérieures manquent.

» Les soies dorsales particulières aux derniers sétigères (*P. cæca* et *P. armata*) ne sont probablement pas homologues des soies d'une rame dorsale normale : ce sont des productions nouvelles, et ces deux sortes de productions sont incontestablement homologues entre elles. Je ne me prononce pas sur les soies de *P. hoplura* Clp. et *P. hamata* Lnghs.

» Les soies encapuchonnées ventrales des Spionidiens constituent toujours la rangée postérieure ventrale; chez les Polydores, la rangée antérieure manque et généralement aussi les ventrales inférieures.

» IV. Les appendices anaux sont au nombre de quatre normalement chez *P. quadrilobata* Jacobi, accidentellement chez *P. cæca, Giardi, armata*. Je crois que c'est là la disposition primitive et que la ventouse est apparue secondairement.

» B. — I. Considérons toutes les espèces de Polydores (moins *P. polybranchia*), en d'autres termes, les espèces du sous-genre *Polydora* de Carazzi ([1]). Parmi les espèces bien connues, il me semble que *P. cæca* présente le plus de caractères primitifs, entre autres la forme des soies anormales du cinquième sétigère. *Polydora Giardi* en est voisine, car, par exemple, elle possède des soies anormales de *P. cæca* avant l'apparition des soies définitives, et elles sont même fonctionnelles chez les jeunes.

» *P. ciliata* est une espèce beaucoup plus différenciée; elle s'éloigne

---

([1]) Carazzi, *Revisione del genre Polydora Bosc*, etc. (*Miltheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*. II. Band, 1. 2. Heft. Octobre 1893).

beaucoup de *P. cœca;* les soies de la forme *cœca* ne se rencontrent plus que chez les jeunes larves.

» *P. hoplura* est une variété de *P. ciliata* dont elle ne diffère essentiellement que par la présence de soies dorsales anormales aux derniers sétigères. Il n'en est probablement pas de même de *P. hamata* Lnghs que je crois, à l'inverse de Carazzi, différente spécifiquement de *P. hoplura* Clp. Elle est beaucoup plus voisine de *P. cœca;* elle a dû simplement s'adapter dans une direction parallèle à celle de *P. hoplura.*

» *P. armata* est peut-être une forme très évoluée dans le même sens que *P. cœca* et *P. Giardi;* pourtant elle présente des caractères archaïques, entre autres la présence d'une membrane s'étendant le long de la branchie.

» II. *Pygospio elegans* Clp. a un certain nombre de caractères communs avec ces espèces : prostomium comme *Polydora ciliata;* quatre appendices anaux tout à fait semblables à ceux de certains exemplaires de *P. cœca;* branchies commençant très loin, et portant du côté externe une lamelle membraneuse comme *P. armata;* même forme de parapodes aux premiers sétigères; soies encapuchonnées ventrales commençant au huitième sétigère, ayant une forme rappelant celles de *P. ciliata;* enfin, présence de glandes qu'on peut homologuer à ces « poches glanduleuses » que Jacobi (1) déclare caractéristiques du genre *Polydora.*

» III. La forme du prostomium et des branchies, le changement de soies au huitième sétigère, la présence de poches glanduleuses chez le *Spio Mecznikowianus* Clp., indiquent, je crois, une parenté étroite entre cette espèce et les Polydores. Or, par ses branchies commençant au deuxième sétigère, *Spio Mecznikowianus* se relie intimement aux formes à vie presque errante de Spionidiens.

» IV. Quant à *Polydora polybranchia,* malgré ses branchies commençant au deuxième sétigère comme *Spio Mecznikowianus,* j'incline à penser qu'elle n'a divergé du tronc commun à tout cet ensemble de Spionidiens qu'après *Pygospio elegans;* en d'autres termes, que le genre *Polydora* est monophylétique. Néanmoins, je souscris à l'idée de Carazzi de créer un nouveau genre pour ce Polydore et j'adopte le nom *Boccardia* qu'il propose. »

---

(1) Jacobi, *Anatomisch-histologische Untersuchung der Polydoren der Kieler-Bucht.* Weissenfels, 1883.

PALÉONTOLOGIE. — *Le* Callibrachion, *nouveau reptile du Permien d'Autun.* Note de MM. **Marcellin Boule** et **Philippe Glangeau**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Il y a une vingtaine d'années à peine, nous ne connaissions qu'un très petit nombre de quadrupèdes des terrains primaires. Les travaux de MM. Albert Gaudry en France, Fritsch en Bohême, Credner en Allemagne, Dawson et Cope en Amérique, etc. nous ont fait assister à la résurrection d'un grand nombre d'êtres d'une physionomie toute spéciale et qu'il n'est pas toujours facile de répartir entre les Amphibiens et les Reptiles proprement dits.

» Malgré un certain nombre de caractères communs, qui sont, en grande partie, des caractères primitifs, cette faune des temps primaires est loin d'être uniforme. Quoi de plus varié, par exemple, que tout ce petit monde d'Amphibiens restaurés par M. le Dr Fritsch? Dans le Permien de France, les types décrits par M. Albert Gaudry, le *Protriton*, l'*Actinodon*, le *Stereorachis*, l'*Euchirosaurus* sont encore plus différents les uns des autres.

» Pourtant jusqu'à ces derniers temps et contrairement à ce qu'on aurait pu croire *a priori*, il a été à peu près impossible d'établir des liens directs de parenté entre ces Reptiles anciens et les Reptiles actuels. Le fossile qui fait l'objet de cette Note nous paraît de nature à diminuer cette lacune.

« Parmi les nombreux échantillons du Permien d'Autun que le Muséum d'Histoire naturelle de Paris doit à la générosité de M. l'ingénieur Bayle et sur lesquels M. Albert Gaudry a fait ses beaux travaux, se trouve une grande plaque de schiste avec le squelette d'un Reptile ne ressemblant pas aux fossiles décrits jusqu'à ce jour.

» Le squelette est couché sur le dos. On distingue nettement une portion de la tête, la colonne vertébrale, la ceinture thoracique, les côtes. Les membres, et surtout les pattes, sont admirablement conservés. A cause de leur beau développement, nous avons donné à ce Reptile le nom générique de *Callibrachion* et nous l'avons appelé *Callibrachion Gaudryi*, en l'honneur de l'éminent professeur à qui la Science est redevable des notions qu'elle possède sur les premiers Reptiles de notre pays.

» Le *Callibrachion* était un animal fort élevé en organisation, très différent des types archaïques qu'on désigne sous le nom de *Labyrinthodontes* et dont on trouve également les restes fossiles dans le Permien d'Autun.

Ses os ne sont pas sculptés, les centrum de ses vertèbres ne sont pas composés de plusieurs parties, il n'avait pas d'armure dermique comme l'Actinodon.

» La forme générale du squelette du *Callibrachion* fait penser tout d'abord à une parenté possible avec les Lézards actuels et un examen plus approfondi des caractères anatomiques confirme en partie ce premier rapprochement.

» On peut signaler, parmi ces caractères, la procélie de la plupart des vertèbres, l'absence de côtes ventrales, la présence d'une apophyse coronoïde à la mâchoire inférieure, peut-être la présence d'un os carré mobile, etc.

» Les pattes du *Callibrachion* ressemblent beaucoup à celles des Sauriens. Elles sont fortes, à cinq doigts munis de griffes, et dénotent des mœurs carnivores. Elles sont parfaitement ossifiées, sans trace de cartilages épiphysaires. Le carpe est aussi compliqué que chez les Lézards actuels, le nombre des phalanges est le même.

» Mais, comme on pouvait s'y attendre, étant donnée sa très haute antiquité géologique, notre fossile a conservé quelques caractères embryonnaires. Ainsi que dans le curieux *Hatteria* actuel, une partie de la notochorde persiste dans toute l'étendue des corps vertébraux et de plus ceux-ci paraissent avoir été indépendants des arcs neuraux. Le *Callibrachion* possède encore, dans la constitution de sa ceinture thoracique, la forme dilatée de son humérus, etc., un certain nombre de traits anatomiques qui caractérisent la plupart des Reptiles primitifs. Aussi les formes avec lesquelles le *Callibrachion Gaudryi* est le plus étroitement allié et dans le voisinage desquelles nous croyons devoir le placer sont celles que les paléontologistes réunissent aujourd'hui sous le nom de *Proganosauriens* et qu'ils considèrent comme des formes ancestrales de certains Reptiles actuels, principalement des Lacertiens.

» Le *Callibrachion* nous apprend donc qu'il y avait, dès le Permien, à côté d'animaux réalisant des types particuliers et propres aux époques géologiques anciennes, d'autres êtres auxquels il suffirait de faire subir quelques modifications pour les faire rentrer dans des groupes de Reptiles actuels.

» D'ailleurs cet exemple n'est pas isolé. Bien des faits observés dans ces dernières années par les paléontologistes s'occupant des fossiles les plus variés nous apprennent que les groupes actuels sont plus anciens qu'on ne l'avait pensé et les découvertes de tous les jours reculent, dans

des passés géologiques de plus en plus lointains, les premières apparitions de ces groupes. »

GÉOLOGIE. — *Les phénomènes glaciaires et erratiques dans le vallon du Cachapoal (Cordillère des Andes du Chili).* Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Si l'on examine une carte du Chili, on voit que le rio Cachapoal, dont la direction générale est est-ouest, décrit à partir des Bains de Cauquenes, une grande courbe, s'infléchissant au nord pour recevoir quelques affluents, puis il redescend vers le sud pour prendre sa direction générale. L'orographie de la région rend compte de ces inflexions. A partir de là, le vallon va se resserrant de plus en plus et s'encaissant entre les deux bords d'une immense fracture qui a ouvert la vallée. Sur les rives du Cachapoal se trouvent de puissants dépôts clastiques, cailloux roulés, arrondis de granites, d'iorites, syénites, andésites, trachytes, etc., qui ont en certains points plus de $100^m$ d'épaisseur. A un niveau supérieur à ces dépôts, formés par les eaux des torrents, se voient d'autres dépôts essentiellement glaciaires. Le phénomène de transport par les eaux torrentielles et le phénomène glaciaire ont contribué à remplir la vallée supérieure du Cachapoal et de ses affluents, parmi lesquels nous signalons el rio de los Cipreses (rio des Cyprès). Le Cachapoal et le Cyprès sont fortement encaissés; en certains endroits, les deux bords ne sont séparés que par quelques mètres; l'existence des barrages détruits par l'action érosive de l'eau du torrent ne peut être mise en doute : partout se voient les restes de ces barrages. A une époque géologiquement récente, sur plusieurs points, les deux bords de la fracture, unis, formaient ainsi les barrages de petits lacs profonds remplis par les cailloux et les terres entraînés. Les petits lacs étagés depuis l'entrée de la vallée jusqu'au centre de la Cordillère ont disparu par la rupture de leurs barrages; mais les dépôts de cailloux roulés, sur des épaisseurs de plus de $100^m$, indiquent leur existence et leurs limites. Dans le vallon des Cyprès (cajon de los Cipreses), on trouve des couches stratifiées déposées dans ces lacs à plus de $200^m$ du niveau actuel du torrent.

» Les accumulations de dépôts détritiques, transformés quelquefois en conglomérats, comme aux bains de Cauquenes, par la pénétration des eaux minérales, forment de hautes falaises sur les rives du Cachapoal.

Aux bains mêmes de Cauquenes, dans le lit actuel du Cachapoal, est resté, sur la roche érodée de l'ancien barrage, un témoin, un gros caillou roulé de granite, qui est resté suspendu à la place où il a été jadis déposé par les eaux. L'action glaciaire a aussi concouru à la formation des dépôts erratiques de la vallée du Cachapoal et du Cyprès. A partir de Cauquenes se montrent des traces évidentes de blocs apportés par les glaciers, les moraines deviennent de plus en plus intactes à mesure que l'on s'élève sur les rives du Cyprès, le phénomène glaciaire ancien est évident, car il a laissé partout des traces, les blocs erratiques y sont communs, la fracture qui a produit l'étroit vallon de los Cipreses a donné au torrent une direction nord-sud. A une époque récente, les glaciers descendaient beaucoup plus bas qu'aujourd'hui.

» Le glacier des Cyprès (*ventisquezo de los Cipreses*), duquel naît le torrent du même nom, dans sa partie la plus belle se trouve enserré entre deux montagnes comme dans une gorge; mais il se dilate, s'ouvre ou s'élargit vers l'est et se croise avec le glacier de *los Altos de los Mineros;* son mouvement se fait de l'est à l'ouest; les moraines, les gros blocs disposés sur des petits cailloux, etc., sont des indices certains de la présence du glacier, à une époque antérieure, dans la vallée des Cyprès, et là où il n'arrive plus depuis longtemps. D'ailleurs la retraite du glacier des Cyprès est indiquée d'une manière irrécusable sur les flancs mêmes de los Altos de los Mineros; là on voit une trace bien nette d'érosion, de polissage exercée par le glacier sur une longueur de $400^{m}$ à $500^{m}$. Cette trace, ce burinage indiquent la retraite du glacier des Cyprès; il y a une quarantaine d'années, il s'avançait dans le vallon de $400^{m}$ à $500^{m}$ plus qu'aujourd'hui; sa retraite est indiquée par cette trace de polissage laissée au pied de los Altos de los Mineros.

» Sans attacher grande importance aux chiffres qui résultent d'observations faites par des bergers, ce qui est incontestable, c'est que le glacier, à une date peu éloignée, a reculé d'une quantité très sensible qui est inscrite en caractères ineffaçables sur la montagne même. Les conclusions de ces observations sont que dans la Cordillère des Andes du Chili : 1° les phénomènes de transport par les eaux et par les glaciers ont contribué à la formation du système erratique des vallées; 2° qu'il y a eu des lacs ou étangs profonds étagés; 3° que les glaciers ont descendu jadis beaucoup plus bas qu'aujourd'hui; 4° que les glaciers actuels de la vallée du Cachapoal éprouvent un mouvement de retrait ou de recul. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Secousse de tremblement de terre à Grenoble.* Note de M. **Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« M. Kilian fait connaître que le 5 novembre courant, à $4^h 13^m 40^s$ du matin (heure de Paris), une secousse de tremblement de terre dirigée N.-S. a été enregistrée par le séismomètre qui fonctionne dans le laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble. »

M. **Léopold Hugo** adresse deux Notes intitulées « Sur l'ancien centre scientifique d'Héliopolis d'Égypte » et « Sur le cycle indou appelé *Kalpa* ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 NOVEMBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LOEWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Chambrelent*, Membre de la Section d'Économie rurale, s'exprime comme il suit :

« Je remplis un pénible devoir, en informant l'Académie d'un événement aussi douloureux qu'imprévu. Notre illustre Confrère M. Chambrelent vient de mourir aujourd'hui à trois heures du matin, à l'âge de 81 ans, après une courte maladie contractée à la suite d'un refroidissement.

» La perte cruelle de ce modeste savant, de cet excellent vieillard, si actif encore, nous cause une profonde émotion et nous laisse les plus vifs regrets.

» M. Chambrelent a, jusqu'au dernier moment de son existence, consacré tous ses efforts à la Science qu'il cultivait avec un si éclatant succès.

Il n'a cessé de rendre à son pays, dans le domaine de l'Économie rurale, des services immenses.

» Je suis certain d'être l'interprète fidèle des sentiments de l'Académie, si je lève la séance en signe de deuil. »

La séance a été levée immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

M. **Edm. Perrier**, en présentant à l'Académie le troisième Fascicule de son « Traité de Zoologie », s'exprime comme il suit :

« Ce Fascicule est entièrement consacré aux Arthropodes. Comme dans les parties précédentes de l'Ouvrage, l'auteur s'est appliqué à laisser exclusivement la parole aux faits, mais en les disposant, suivant la méthode des physiciens, dans leur ordre de complication progressive, de manière qu'ils s'expliquent naturellement les uns par les autres, sans qu'il soit besoin de faire appel à de simples comparaisons ou à des conceptions purement métaphysiques pour les coordonner. Dans cette coordination, il a été tenu grand compte de l'ordre paléontologique d'apparition des animaux ; on a ainsi, autant que possible, évité d'expliquer l'organisation d'animaux anciens par celle d'autres beaucoup plus récents.

» Dans la partie morphologique, on a suivi pas à pas la complication graduelle du corps par l'addition et la différenciation successives de segments placés bout à bout. La constitution de l'appareil excréteur à l'aide de glandes en rapport avec les appendices, se répétant dans chaque segment, mais surtout développées et différenciées aux deux extrémités du corps, la constitution de l'appareil génital et notamment de celui des Insectes, à l'aide de parties appartenant également à tous les segments, ont pu être ainsi nettement mises en relief et donner un nouvel appui aux principes développés par l'auteur dans un précédent Ouvrage [1].

» Les rapports réciproques des *formes embryonnaires* des Crustacés, improprement appelées *formes larvaires*, lorsqu'elles sont libres, ont pu être présentés d'une façon méthodique en prenant pour point de départ et pour terme initial de comparaison le cas où l'éclosion a lieu à la phase *nauplius* et où le corps se forme exclusivement par l'addition successive de

(1) Edm. Perrier, *Les Colonies animales et la formation des organismes*, 1881.

segments en avant du *telson*. Les formes embryonnaires libres actuellement connues dérivent de ces formes embryonnaires *normales* ou *primitives* de la manière suivante :

» 1° L'éclosion a lieu à une période plus ou moins avancée du développement;

» 2° Au lieu de formation habituel des segments en avant du telson, il s'en ajoute un deuxième en arrière du céphalothorax et quelquefois un troisième entre la tête primitive et le thorax proprement dit;

» 3° Les segments abdominaux se constituent plus vite ou même plus tôt que les segments thoraciques;

» 4° Les segments thoraciques prennent l'avance sur les segments abdominaux.

» Des modifications secondaires résultent de l'époque d'apparition des segments céphaliques, des transformations plus ou moins rapides que subissent les appendices, etc. Ces considérations s'appliquent aussi bien aux embryons qui se développent sans sortir des enveloppes de l'œuf qu'aux embryons libres et peuvent être étendues à toutes les classes d'Arthropodes.

» Dans la classe des Insectes, un groupement méthodique des faits actuellement dans la Science concernant le développement des Coléoptères vésicants a suffi pour montrer que les métamorphoses, au premier abord, si étranges du *Sitaris humeralis* n'étaient que le couronnement d'une série de phénomènes d'hibernation et d'adaptations larvaires, ne présentant pas de caractères suffisamment exceptionnels pour justifier la création du mot nouveau d'*hypermétamorphoses,* afin de les désigner.

» Au point de vue taxonomique, toutes les fois que cela a été possible sans enlever aux classes et aux ordres leur physionomie générale, l'auteur a limité sa nomenclature aux genres indigènes, mais il s'est efforcé de donner une caractéristique comparative de la plupart d'entre eux, de manière à fournir aux étudiants un manuel à peu près complet pour les déterminations génériques.

» La classification des Coléoptères a été remaniée de manière à la mettre en accord avec les principes adoptés dans le reste de l'Ouvrage. D'après la forme des mâchoires, ces animaux sont divisés en deux séries : l'une où domine l'adaptation au régime animal; l'autre où domine l'adaptation au régime végétal. Dans la première série, les larves agiles dites *campodéiformes* dominent; les tarses des adultes sont presque toujours pentamères, rarement hétéromères. Dans la seconde série, les larves

lourdes ou mélolonthoïdes se généralisent; les tarses des adultes peuvent être pentamères ou hétéromères, mais presque tous les tétramères viennent s'y rassembler.

» La tétramérie des tarses apparaît donc comme liée au régime herbivore; elle semble, dans une certaine mesure, la conséquence de l'élargissement des tarses, qui est un des moyens d'assurer l'adhérence des pattes des Coléoptères phytophages aux feuilles dont ils vivent. Dans chaque série, les familles ont été rangées suivant le degré de condensation croissante de leur abdomen, indiqué par le nombre des articles, qui descend peu à peu de 9 à 5, et par le degré de coalescence des ganglions nerveux si bien décrits par M. Blanchard. Il est à remarquer que les formes où la condensation de l'abdomen est maximum ont en même temps des antennes, perfectionnées, à derniers articles raccourcis et renflés en massue; les antennes fournissent donc un moyen plus naturel qu'on ne le suppose d'habitude de diviser en deux groupes chacune de nos deux séries fondamentales. Dans la série phytophage, ces groupes se laissent eux-mêmes subdiviser, d'après le nombre des articles des tarses, en groupes secondaires dans lesquels les familles viennent assez naturellement prendre une place conforme à leurs affinités. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Chassy soumet au jugement de l'Académie le projet d'un système d'aubes articulées pour bateaux.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Maurice Lévy, Marcel Deprez.)

M. Julhe adresse un complément à sa Note sur l'emploi de la colophane pour le durcissement des plâtres.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

## CORRESPONDANCE.

M. Rollet, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. LEROY DE KÉRANIOU prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Géographie et Navigation.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'étoile nouvelle de* 1892, *T Aurigæ* = 1953 *Chandler;* par M. G. BIGOURDAN. Note communiquée par M. Tisserand.

« Cet astre remarquable, dont les coordonnées pour 1893,0 sont

$$Æ = 5^h 25^m, 7^s. \qquad \text{Décl.} = +30° 2', 0,$$

et qui était bien visible à l'œil nu en février 1892, a diminué rapidement d'éclat et a disparu complètement au commencement d'avril 1892; perdu de vue pendant quelque temps, on l'a retrouvé de 9ᵉ grandeur en août de la même année, et il a conservé à peu près ce même éclat jusqu'à aujourd'hui; en outre, il a été reconnu, après sa réapparition, pour une nébuleuse, et l'observation spectroscopique l'a montré animé d'un mouvement radial considérable.

» Cette variable, jusqu'ici unique en son genre, vient de présenter un changement d'éclat d'une grandeur entière, au moins, ainsi qu'il résulte des observations suivantes, que j'ai faites avec l'équatorial de la tour de l'Ouest ($0^m$,305 d'ouverture libre et $5^m$,20 de distance focale), muni d'un oculaire donnant un grossissement de 159 fois; les heures sont données en temps sidéral de Paris.

» **1893**. Oct. 10 à $23^h 47^m$. L'éclat de la variable *v* est noté comme supérieur à celui de l'étoile voisine *b* et de $1\frac{1}{2}$ grandeur.

» Oct. 12 à $1^h 30^m$ et oct. 21 à $1^h 10^m$. On rapporte micrométriquement la variable à *b* et l'on n'a pas remarqué de variation relative dans l'éclat, mais on ne fait aucune comparaison spéciale au point de vue de la grandeur.

» Nov. 8. On est frappé par un changement d'éclat de la variable. Dans le champ, fortement éclairé par la lampe, la variable disparaît complètement quand on voit encore l'étoile *b*; sur champ noir, la variable a moins l'aspect stellaire que l'étoile *b*. En outre, on fait les estimations suivantes de grandeur relative de la variable et de quelques étoiles voisines :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $7^h 12^m$ | *v* 1-2 *b*, | *d* 3 *b*, | *e* 2 *b*, | *d* 1 *e*. |

» Nov. 11. Au contraire de ce qui avait eu lieu le 8 novembre, sur champ éclairé, la variable n'a pas encore disparu et l'étoile *b* est déjà complètement effacée. On obtient les estimations d'éclat suivantes :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $1^h 58^m$ | *v* 7-8 *b*, | *d* 4 *b*, | *e* 2-3 *b*, | *d* 3 *e*; |
| | $2^h 8^m$ | *v* 10 *b* | *d* 3 *b*, | *e* 1-2 *b*, | *d* 4 *e*; |
| » Nov. 12. | $2^h 37^m$ | *v* 10 *b*, | *d* 2-3 *b*, | *e* 1 *b*, | *d* 3 *e*. |

» Dans ces comparaisons, l'oculaire était pointé sur les étoiles, mais la mise au point sur les nébuleuses ne diffère pas sensiblement de la mise au point sur les étoiles.

» On voit que, du milieu d'octobre au 8 novembre, l'éclat a diminué très notablement, pour se relever ensuite, mais le 12 nov. il n'avait pas encore atteint celui du 10 octobre.

» Par rapport à la variable *v*, les étoiles *b*, *d*, *e* occupent les positions suivantes :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *b*..... | ΔR = +0.4 (m s) | ΔD = + 1′ | Gr. approx. | 9,5 | |
| *d*..... | −0.4 | + 7 | | 9,3 | |
| *e*..... | +0.6 | +10 | | 9,5 | 924 BD + 30° |

» En 1892, j'ai rapporté micrométriquement l'étoile variable à l'étoile voisine *b*, et j'ai répété cette année les mêmes mesures : voici l'ensemble des résultats ainsi obtenus :

| Dates. | | | Temps sidéral de Paris. | Angle de position. | Distance. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m | ° | ″ | |
| **1892** | Fév. | 3..... | 7.25 | 31,90 | 84,82 | Images médiocres. |
| | | 3..... | 7.29 | 32,80 | 84,92 | |
| | | 5..... | 5. 1 | 32,60 | 85,07 | Images d'abord assez calmes, puis un peu agitées. |
| | | 5..... | 5. 6 | 32,90 | 85,13 | |
| | | 5..... | 5.27 | 33,05 | 84,97 | Images assez agitées; l'étoile *b* se voit difficilement. |
| | | 5..... | 5.32 | 32,35 | 84,95 | |
| | | | | 32,77 | 84,98 | |
| **1893** | Oct. | 12..... | 1.37 | 32,68 | 85,75 | Mesures difficiles. |
| | | 12..... | 1.41 | 32,87 | 85,60 | |
| | | 21..... | 1.17 | 32,07 | 84,61 | Images médiocres. |
| | | 21..... | 1.27 | 32,66 | 85,26 | Mesures très difficiles. |
| | Nov. | 3..... | 6.47 | 32,83 | » | |
| | | 8..... | 6.49 | 31,91 | » | |
| | | 8..... | 6.56 | 33,45 | 84,95 | |
| | | 8..... | 6.58 | 32,88 | 85,37 | |
| | | | | 32,79 | 85,26 | |

» Dans l'intervalle de un an et demi, il n'y a donc pas eu de changement de position relative. Chaque valeur de l'angle est la moyenne de deux pointés, et chaque valeur de la distance résulte d'une double distance.

» Les deux premières mesures du 5 février 1892 ont été faites avec le grossissement 332, et toutes les autres avec le grossissement 159.

» A cause de la faiblesse de l'étoile *b*, ces mesures ne comportent pas, avec l'équatorial employé, toute la précision désirable. Voici d'autres mesures faites sur le même couple :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1892. 12...... | 32°,4 | 85°,05 | 4 nuits | Burnham, *Month. Not.*, t. LII, p. 434 |
| 1892. 16...... | 32,03 | 80,27? | 2 » | Knott, » » p. 368 |
| 1892. 78...... | 32,4 | 85,03 | 11 » | Barnard, *Astr. Nach.*, vol. 131, p. 377 |

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes* 1893 *II* (*Rordame*) *et c* 1893 (*Brooks*, 1893 *oct.* 16), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Tisserand.

| | Dates 1893. | Étoiles de comparaison. | Gr. | Comète — Étoile. ΔÆ. | ΔDécl. | Nombre de compar. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | m s | | |
| 1893 II | Nov. 7... | *a* Anonyme | 11 | −0.15,07 | −4′.56″,4 | 6: 6 |
| | 8... | *b* 2995 BD + 0° | 9 | −0. 6,45 | +5.56,1 | 4: 4 |
| *c* 1893 | 6... | *c* 2170 BD + 28 | 7,5 | −0. 4,75 | +1.32,4 | 20:20 |
| | 7... | *d* 2353 BD + 29 | 9,5 | −0. 1,88 | −7. 3,2 | 8: 8 |
| | 8... | *e* Anonyme | 11 | +0.31,98 | +0.51,5 | 8: 8 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1893. | Étoiles de compar. | Ascens. droite moyenne 1893,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1893,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | | | |
| Nov. 7.... | *a* | 12.46.43,70 | +1,18 | + 0°.25′.40″,6 | −10″,4 | Rapportée à *b* |
| 8.... | *b* | 12.46.41,77 | +1,20 | + 0.12.21,7 | −10,5 | Rapportée à *f* |
| 6.... | *c* | 12.53.31,97 | +1,17 | +28. 3.26,8 | −16,2 | Weisse₂ (n° 1030) |
| 7.... | *d* | 12.55.18,2 | +1,17 | +29. 1. 6 | −16,6 | B. D. |
| 8.... | *e* | 12.56.44,49 | +1,18 | +29.45.55,8 | −17,2 | Rapportée à *g* |
| | *f* | 12.42.38,44 | » | + 0.13.27,2 | » | Weisse₂ (n° 688) |
| | *g* | 12.56.56,89 | » | +29.34. 5,0 | » | Weisse₂ (n° 1094) |

*Positions apparentes des comètes.*

| | Dates 1893. | Temps moyen de Paris. | Asc. droite apparente. | Log. fact. parall. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parall. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | h m s | | | |
| 1893 II | Nov. 7.... | 17.14.38 | 12.46.29,81 | $\bar{1},549_n$ | + 0°.20′.33″,8 | 0,821 |
| | 8.... | 17. 3.32 | 12.46.36,52 | $\bar{1},555_n$ | + 0.18. 7,3 | 0,821 |
| *c* 1893 | Nov. 6.... | 17. 3.52 | 12.53.28,39 | $\bar{1},622_n$ | +28. 4.43,0 | 0,783 |
| | 7.... | 16.43.36 | 12.55.17,5 | $\bar{1},634_n$ | 28.53.46 | 0,774 |
| | 8.... | 16.36. 6 | 12.57.17,65 | $\bar{1},641_n$ | 29.46.20,1 | 0,768 |

» *Remarques.* — Les étoiles *a*, *b*, *c* ont été rapportées, avec l'équatorial, respectivement à *b*, *f*, *g*, et l'on a obtenu :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nov. 8...... | ★*a* — ★*b* | ΔÆ = +0.$^{m}$ 1,93$^{s}$ | ΔⅅD = +13′.18″,9 | 2.2 comp. |
| 8...... | ★*b* — ★*f* | +4. 3,33 | — 1. 5,5 | 3.2 » |
| 8...... | ★*e* — ★*g* | —0.12,40 | +11.50,8 | 2.2 » |

» Pendant la détermination de l'★ *b*, faite par passages, le vent agitait la lunette, pour cette cause la différence d'ascension droite peut être un peu erronée. Mais toutes les autres déterminations, notamment celles des comètes, ont été faites par angle de position et distance, la lunette étant entraînée, de sorte que l'agitation de la lunette par le vent n'a pu avoir d'influence notable.

» L'observation de la comète Brooks, du 6 novembre, est une moyenne déduite de cinq observations partielles, résultant chacune de quatre pointés d'angle et de quatre de distance : voici les cinq valeurs individuelles conclues pour la différence ⁎● — ⋆, avec leurs valeurs réduites à l'heure moyenne, à l'aide du mouvement en un jour tiré des éphémérides (+1$^{m}$55$^{s}$ et + 51′,1 en un jour moyen).

| Temps sidéral Paris. | Valeurs observées | | Valeurs réduites à l'époque moyenne | |
|---|---|---|---|---|
| | ΔÆ. | ΔⅅD. | ΔÆ. | ΔⅅD. |
| 7$^{h}$.54$^{m}$. 1$^{s}$ | —0$^{m}$.6$^{s}$,13 | +0′.58″,1 | —0$^{s}$.4,83 | +1′.32″,8 |
| 8. 3.27 | 0.5,23 | 1.17,9 | 4,68 | 32,5 |
| 8.10.45 | 0.4,71 | 1.33,8 | 4,74 | 33,0 |
| 8.18.25 | 0.4,04 | 1.49,4 | 4,68 | 32,2 |
| 8.25. 5 | —0.3,63 | +2. 2,9 | —0.4,80 | +1.31,6 |
| 8.10.21 | —0.4,75 | +1.32,4 | —0.4,75 | +1.32,4 |

» Novembre 7 : La comète 1893 II est une très légère tache blanchâtre, de 30″ d'étendue, presque à l'extrême limite de visibilité (grandeur 13,4), se distinguant difficilement sur le fond du ciel, qui est assez éclairé par l'aurore. Dans le voisinage immédiat de la comète se trouve une très faible étoile qui a dû influencer considérablement les mesures et contribuer à les rendre plus incertaines.

» Novembre 8 : La comète 1893 II est une très faible lueur 13,4 — 13,5 dans laquelle on n'aperçoit aucun détail, mais dont l'existence paraît bien certaine.

» Novembre 6 : La comète *c* 1893 présente à peu près l'éclat d'une nébuleuse de la classe I-II : c'est une nébulosité vaguement ronde, d'environ 1′,5 de diamètre, plus brillante au centre, avec condensation assez prononcée, demi-diffuse; l'ensemble de cette condensation ressort bien et dans son milieu se trouve un point légèrement stellaire. Trace de queue opposée au Soleil. Le voisinage de l'étoile de comparaison doit effacer en partie les régions les plus faibles.

» Novembre 7 : La comète *c* 1893 à l'aspect de la veille, mais on l'aperçoit aujour-

d'hui sur une étendue de 2′ à 2′,5 en diamètre. On soupçonne une queue de 8′ à 10 de long et dont l'éclat est à peu près partout le même, sur cette longueur.

» Novembre 8 : La même comète présente encore l'aspect des jours précédents, et l'on soupçonne la queue sur une longueur de 10′ à 12′; sa direction générale est dans l'angle de position de 310°,9; mais elle paraît un peu courbée, et la partie voisine du noyau, sur une longueur de 2′ ou 3′, est dans la direction $p = 319°$. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Brooks* (1893, *octobre* 16). Note de M. **Schulhof**, présentée par M. Tisserand.

« A l'aide des observations, octobre 17 (Hambourg, Washington Univ. cath. et Observatoire Lick), octobre 24 (Vienne) et novembre 6 (Paris), j'ai déduit les éléments suivants :

T = 1893 sept. 19,4922 temps moyen de Paris.

| | | |
|---|---|---|
| $\pi$ ......... | 163°.10′.44″,2 | Équ. et écl. moy. de 1893,0 |
| ☊ ........ | 174.59.56,4 | |
| $i$ ......... | 129.52.29,8 | |
| $\log q$ ...... | 9,912676 | |

$\Delta\lambda_2 = +0'',1$; $\Delta\beta_2 = +7'',8$.

» Les éléments ressemblent beaucoup, comme l'a déjà remarqué M. Gould, à ceux de la comète 1864 I.

» Les observations de cette dernière comète, embrassant un intervalle d'un mois, sont parfaitement bien représentées par une parabole. »

ASTRONOMIE. — *Contrôle des tourillons d'un instrument méridien, par la méthode interférentielle de M. Fizeau.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Cornu.

« Les méthodes employées pour étudier les tourillons d'un instrument méridien sont basées sur des séries de pointés micrométriques, qui entraînent une longue discussion numérique. Le type de ces recherches est un travail de Villarceau exécuté, il y a trente ans, à la lunette méridienne de Gambey, inséré dans les *Annales de l'Observatoire* (t. VII). Le même Recueil (t. XVI) renferme un autre procédé, dû à M. Lœwy, donnant la solution du problème, conjointement avec la détermination des différentes flexions que subissent les cercles méridiens.

» Ces méthodes offrent l'avantage de fournir des corrections aux obser-

vations de passage, lorsque la forme des tourillons s'écarte d'une figure de révolution; mais elles nécessitent un labeur considérable, et souvent les corrections obtenues sont insignifiantes, lorsque l'artiste a, dans son travail, apporté l'habileté suffisante.

» Les expériences que je vais décrire permettent de se rendre compte, en quelques instants, de l'état des tourillons d'une lunette et répondent, sur-le-champ, à la question de savoir si leur forme est assez parfaite, pour n'avoir pas à redouter d'erreur appréciable dans les mesures méridiennes.

» Ce résultat a été obtenu au moyen des franges d'interférence employées par M. Fizeau dans ses mémorables recherches sur la dilatation des cristaux.

» L'appareil a la disposition suivante :

» Un bloc métallique, ayant la forme d'un coussinet renversé, est placé à cheval sur le tourillon et s'appuie, d'autre part, sur une pointe fixée dans le coussinet de la lunette. L'extrémité de la pointe s'engage au fond d'une rainure horizontale, creusée dans la pièce, parallèlement au méridien. Les contacts avec le tourillon et avec la pointe sont assurés par la pression d'un poids de plusieurs kilogrammes, convenablement placé. Les déplacements du système, par glissement, sont ainsi totalement évités.

» Un levier, mobile dans un plan vertical autour d'un axe établi sur le pilier, repose sur le bloc, par son extrémité, au-dessus du centre du tourillon. Il porte un petit verre plan horizontal fixé en un point déterminé, comme on le verra plus loin. Entre ce miroir et la face plane de la lentille d'un collimateur fixe, on produit des franges d'interférence, avec une source de lumière monochromatique, de faible étendue, placée au foyer de la lentille.

» Les choses étant ainsi disposées, si l'on fait tourner la lunette autour de son axe, le bloc reste immobile ou subit de légers mouvements ascendants et descendants, en oscillant autour de la pointe suivant que le tourillon est ou non parfaitement de révolution. Dans la première hypothèse, les franges ne bougent pas; dans la seconde, elles se déplacent d'un ou plusieurs rangs. Pour apprécier à simple vue l'ordre de grandeur des erreurs causées par les irrégularités du tourillon, il convient de fixer le miroir plan à une distance de l'axe du levier, calculée de façon que les franges se déplacent d'un rang, lorsque l'inclinaison de la lunette éprouve une perturbation égale à $0^s,01$, par le fait d'une de ces irrégularités. Le mode d'observation consiste alors à compter le nombre des franges qui

passent à un repère fixe lorsque l'on fait tourner la lunette. Ce nombre exprime, en centièmes de seconde de temps, l'ordre de l'erreur à craindre dans les observations de passage.

» L'expérience, avons-nous dit, ne dure que quelques instants. Cette circonstance permet de n'avoir pas à redouter un déplacement des franges occasionné par des variations de température dans les différentes pièces de l'appareil.

» Cette méthode a été appliquée, à l'Observatoire, à la lunette méridienne de Gambey. Elle a décelé, sur la surface des tourillons, des irrégularités qui ne sont pas complètement négligeables au point de vue des observations. »

OPTIQUE. — *Mesure du pouvoir absorbant pour la lumière, de lames minces possédant la réflexion métallique.* Note de M. **Salvador Bloch**, présentée par M. Lippmann.

« Lorsqu'on se propose la mesure du pouvoir absorbant de lamelles métalliques, il est nécessaire, si l'on veut éviter la mesure du pouvoir réflecteur sous l'incidence normale, d'avoir deux lames d'épaisseurs inégales mais de même pouvoir réflecteur.

» Me proposant de mesurer l'absorption par les pellicules d'aspect métallique, obtenues avec du collodion coloré par la fuchsine, dont j'ai déjà indiqué l'emploi (*Comptes rendus*, t. CXI et CXVI), je m'attendais à de longs tâtonnements pour en obtenir qui fussent identiques avec des épaisseurs inégales. Je reconnus, au contraire, que deux pellicules, obtenues en versant sur deux glaces des couches inégales du même liquide qu'on évapore ensuite dans les mêmes conditions, présentent, lorsqu'elles ont des surfaces bien réfléchissantes et sans défaut, une remarquable identité :

» Je me suis assuré de cette identité par deux procédés :

» 1° En étudiant au compensateur de Babinet l'ellipticité des rayons verts (raie E) réfléchis sur la pellicule. Dans l'appareil que j'ai employé, le cercle divisé portant le miroir est indépendant des autres pièces, il peut s'élever par une vis micrométrique et recevoir, en outre, un mouvement de translation latéral, de sorte qu'on peut explorer la surface réfléchissante sur toute son étendue. J'ai toujours opéré avec la lumière solaire, ce qui permet de mesurer les différences de phase au $\frac{1}{200}$ de $\lambda$. Pour des pellicules identiques, sous aucune incidence, on n'a entre les différences de phases d'inégalité atteignant cet ordre de grandeur. De plus, pour l'incidence principale, l'azimut de polarisation rétablie est le même, au degré de précision que comporte l'appareil.

» 2° J'ai associé trois pellicules reconnues identiques par le premier procédé : l'une que j'appellerai A a une épaisseur de 744 μμ, l'autre B de 1921 μμ, la troisième C de 1964 μμ. En mesurant l'indice d'absorption (¹) pour les rayons jaunes (raie D) par l'association de A et de C on trouve 0,088, par l'association de A et de B on trouve 0,084. Pour présenter autrement ce résultat, si j'appelle E l'épaisseur d'une pellicule, le rapport $\frac{E_c - E_a}{E_b - E_a}$ déduit de la mesure directe des épaisseurs est 1,04; déduit des mesures d'absorption il est 1,07.

» On a, en procédant ainsi, à la fois, un contrôle de l'identité optique des milieux absorbants employés dans la mesure et un contrôle de la mesure elle-même.

» J'avais employé à dessein, dans ce premier essai, des pellicules très épaisses, aussi la mesure du pouvoir absorbant pour les rayons verts a-t-elle été impossible; j'ai tenu à recommencer cet essai avec des pellicules plus chargées en fuchsine, mais qui, plus minces, sont transparentes pour le vert.

» Les pellicules A′, B′ et C′ employées ont des épaisseurs de 353 μμ, 504 μμ et 627 μμ. Par le premier procédé d'investigation on reconnaît que B′ et C′ ont des ellipticités identiques, mais tandis que A′ se montre identique pour les petites et les grandes incidences, sous les incidences moyennes on a des différences appréciables. S'il y avait une réelle différence de pouvoir absorbant, si par exemple A′ était plus vitreux, l'allure devrait être tout autre : la différence de phases plus petite pour ces faibles incidences devrait croître ensuite plus brusquement. Ce n'est pas ce qu'on observe; aussi, je fus conduit à penser que ces inégalités tiennent non à une différence réelle de propriétés optiques, mais à ce fait que, la pellicule étant mince, on reçoit sous les incidences moyennes de la lumière réfléchie par la force de la pellicule limitée par le verre. S'il en est ainsi, A′ pourra être employée à la mesure du pouvoir absorbant, car, pour être écartée, il faudrait qu'elle soit mince au point qu'un rayon vert qui l'a traversée trois fois et s'est réfléchi deux fois conserve une intensité appréciable. Ce n'est pas le cas. Et, en effet, mesurant l'indice d'absorption pour les radiations de la raie E, par l'association de C′ et B′ on trouve 0,529, par l'association de C′ et A′ on trouve 0,505.

» Quant au spectrophotomètre que j'ai employé pour mesurer l'absorption de ces couches solides, il me paraît très favorable à ce genre de mesures.

» Le faisceau lumineux rendu parallèle par un collimateur, polarisé par un nicol, tombe normalement sur un biquartz (les quartz font tourner d'environ 45° le plan de polarisation des rayons verts); après un nicol analyseur mobile sur un cercle divisé,

(¹) L'indice d'absorption $\gamma$ est défini par ce fait qu'une vibration progressant dans le milieu absorbant d'une longueur $\frac{\lambda}{2\pi}$ a son amplitude réduite dans le rapport de 1 à $e^{-\gamma}$.

une lentille projette l'image du biquartz sur la fente d'un spectroscope, muni d'autre part d'une fente oculaire. On a ainsi dans le spectre deux parties superposées qui correspondent chacune à l'un des quartz; les intensités de ces deux parties ne seront égales que pour une position déterminée de l'analyseur.

» La pellicule est coupée suivant une ligne bien nette, de manière à dénuder la glace à moitié. Elle est placée entre les deux nicols, tout contre le biquartz; un support approprié permet de la rendre normale au faisceau et d'amener la ligne de coupure exactement à la hauteur de la ligne de jonction des quartz. De la sorte, la moitié du faisceau qui traverse la courbe absorbante traverse l'un des quartz seulement.

» Pour rétablir l'égale intensité des deux moitiés du spectre, il faut tourner l'analyseur vers la position d'extinction du quartz non masqué par la pellicule absordante.

» Le mode d'emploi de ce photomètre est tout à fait analogue à celui d'un saccharimètre à pénombre, et la position du nicol analyseur qui rétablit l'égale intensité est fixée avec une précision comparable à celle de ces instruments.

» D'autre part, ce dispositif a l'avantage de n'exiger qu'une seule source de lumière, et la mesure est indépendante des variations possibles de cette source. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Détermination du poids atomique véritable de l'hydrogène*. Note de M. **G. Hinrichs**.

« La méthode limite nous a permis de démontrer que la valeur absolue du rapport H : o est rigoureusement 1 : 16, en prenant pour base de nos calculs l'admirable série de déterminations de Dumas sur la synthèse de l'eau (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 753; 1893). Les déterminations très soignées, faites par des chimistes éminents pendant ces dernières années, paraissent être en désaccord avec ce résultat.

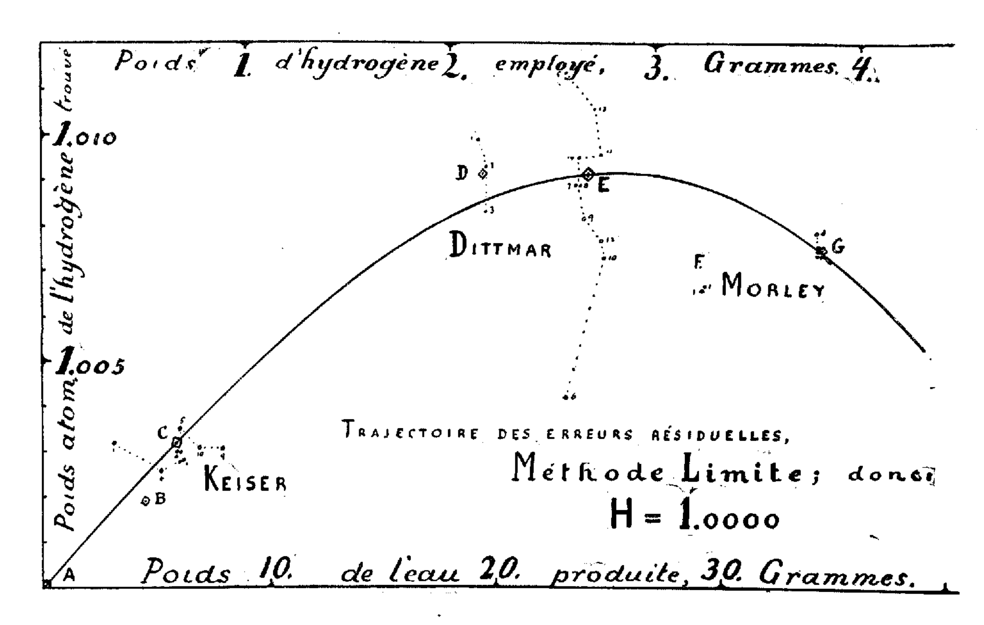
» Voici les valeurs moyennes obtenues pour le poids atomique de l'hydrogène, celui de l'oxygène étant pris exactement égal à 16.

| | | |
|---|---|---|
| E.-H. Keiser | 1888 | 1,0032 |
| Cooke et Richards | 1888 | 1,0025 |
| Les mêmes | 1888 | 1,0085 |
| Dittmar et Henderson | 1890 | 1,0085 |
| E.-H. Keiser | 1891 | 1,000 |
| E.-W. Morley | 1891-93 | 1,0075 |

» En considérant ces nombres comme des valeurs moyennes, obtenues par des chimistes également éminents et par des procédés divers, il faut

admettre qu'il y a encore des erreurs résiduelles, égales à l'écart total par rapport à H = 1 (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 696; 1893).

» Mais nous avons montré qu'il n'est point admissible, dans la Chimie de précision, de se fier aux valeurs moyennes, et qu'il faut considérer toutes les valeurs individuelles obtenues. De plus, nous avons vu que les erreurs résiduelles sont fonction du poids absolu employé. J'ai donc dû marquer graphiquement, et avec une échelle assez grande, chaque détermination individuelle, par un point dont l'abscisse est le poids de l'hydrogène employé, et dont l'ordonnée est le poids atomique de l'hydrogène trouvé. La figure ci-jointe est la réduction au cinquième de cette construction graphique.




» On voit immédiatement que les chimistes modernes n'ont point effectué une série d'expériences sur des poids variables, comme Dumas l'avait fait; chacun d'eux s'est borné à des déterminations diverses, avec un même poids d'hydrogène, à très peu près.

» Je dois à l'obligeance de M. Edward-W. Morley la communication, par lettre du 16 mars 1893, de toutes les valeurs numériques et encore inédites de ses déterminations admirablement concordantes, et il a bien voulu me permettre de les publier graphiquement (voir les régions F et G de la figure). On voit que, dans les expériences 1 et 2, il a employé presque la même quantité d'hydrogène, soit $3^{gr},28$ (F); dans les dix autres

expériences ($n^{os}$ 3 à 12), il a employé aussi des poids presque identiques, soit $3^{gr},83$ (voir G de la figure).

» M. Ostwald a donné la moyenne des expériences de Dittmar et Henderson en 1891 (*Zeitschrift*, t. VII, p. 521); mais la moyenne seule ne sert à rien. Le *Chemical News* a publié, pendant l'hiver dernier, les valeurs numériques *in extenso*, et je dois à l'obligeance de M. F. Dittmar un exemplaire du Mémoire complet de feu son père. J'ai donc pu représenter les treize déterminations dans ma figure; pour trois d'entre elles (D), le poids d'eau était $19^{gr},4$; pour les dix autres déterminations (voir E), le poids d'eau était $24^{gr}$ à très peu près. Dittmar s'est surtout efforcé de perfectionner la partie purement chimique du problème de la détermination des poids atomiques; il a soigneusement étudié toutes les erreurs possibles des appareils de Dumas et a réussi à les compenser par des précautions accessoires assez ingénieuses. Mais la variation du poids atomique trouvé, de 1,0042 à 1,0114 pour le même poids d'eau produite, montre bien que chaque complication des appareils et des procédés ne fait qu'accroître les erreurs résiduelles.

» Les dix déterminations de M. Keiser sont représentées autour de leur moyenne en C (voir *Amer. Chem. Journal*, t. X, p. 260; 1888).

» La position des points C, E et G montre que les écarts par rapport à $H = 1$ sont indubitablement fonction du poids d'hydrogène employé. Les procédés de ces trois chimistes n'ayant pas été identiques, il n'est pas possible de les combiner en série pour y appliquer rigoureusement la méthode limite. Toutefois, on peut admettre que les trois moyennes représentées en C, E et G sont d'un poids comparable en précision, étant chacune le résultat d'une dizaine de déterminations sur des quantités d'hydrogène identiques, de $0^{gr},66$, $2^{gr},66$ et $3^{gr},80$. Les trois points tombent sur une seule trajectoire parabolique, partant de l'origine A.

» La formule, assez simple,

$$\eta = \frac{h}{5000}(5^2 - h^2),$$

où $h$ est le poids de l'hydrogène employé et $\eta$ l'écart du poids atomique de l'hydrogène par rapport à $H = 1$, représente assez bien la trajectoire des erreurs résiduelles, comme le montre le Tableau suivant :

| | Keiser. | Dittmar. | Morley. |
|---|---|---|---|
| Eau produite | 5,89 | 24,0 | 34,2 |
| Hydrogène employé | 0,66 | 2,66 | 3,80 |
| $\eta$ calculé | 3,27 | 9,53 | 8,03 |
| $\eta$ trouvé | 3,17 | 9,12 | 7,50 |

» Pour la limite $h = 0$, on a $\eta = 0$; d'où il résulte que H = 1 rigoureusement. Il n'y a donc aucun conflit entre les déterminations de Keiser, de Dittmar et de Morley, qui nous paraissent simplement des valeurs identiques, affectées par des erreurs résiduelles déterminées par la formule donnée et dépendant simplement du poids total mis en opération. De plus, ces résultats récents confirment les déterminations magistrales de Dumas.

» M. Keiser a bien voulu me communiquer, par lettre du 29 avril 1893, des détails importants sur sa méthode remarquable pour effectuer la synthèse de l'eau à la température ordinaire. Dans une première expérience, le palladium a absorbé $0^{gr},1797$ d'hydrogène, qui s'est combiné avec $1^{gr},4374$ d'oxygène et a produit $1^{gr},6169$ d'eau, quantité presque identique à la somme $1^{gr},6171$ des gaz employés. Cette expérience donne H = 1,00025. C'est le point A de la figure donnée. On attendra avec la plus vive impatience les expériences définitives que M. Keiser va faire prochainement d'après cette méthode, laquelle nous donnera probablement des déviations de signe négatif.

» On sait depuis longtemps qu'il est impossible de projeter un corps en ligne horizontale; plus le projectile est rasant, moindre est la déviation de l'horizontale pour une distance donnée. De même, nous avons vu qu'il est impossible de faire coïncider la trajectoire parabolique des erreurs résiduelles avec la droite horizontale dont l'ordonnée est la valeur de la constante que l'on cherche à déterminer par les expériences de Chimie ou de Physique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'émétique de baryte.* Note de M. E. **Maumené**. (Extrait.)

« Dans un Mémoire célèbre, MM. Dumas et Piria ont étudié, parmi les émétiques, celui de baryte. Ils ont rencontré dans ce sel des *anomalies* qui devaient conduire : 1° *à étudier l'histoire de ce sel avec plus de détail;* 2° *à élever encore le poids atomique de l'acide tartrique.* Ils croyaient avoir reconnu que le sel « renferme une fraction d'atome d'eau ».

» La composition de l'émétique de baryte, sans anomalies, devrait être $C^8H^4O^{10}.SbO^3,BaO$, ce qui exige 2,75 de BaO. Les analyses de MM. Dumas et Piria restaient loin de s'accorder avec cette formule. Voici leurs résultats (corrigés pour les nouveaux poids atomiques) :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C | 11,58 | (moyenne de | 11,59 et | 11,57) |
| H | 1,72 | ( » | 1,70 | 1,75) |

» A 250° l'émétique de baryte, que MM. Dumas et Piria jugèrent privé de toute son eau, devait donner :

C .............. 14,35 H .............. 0,60

Une analyse extrêmement soignée leur a donné :

C .............. 13,01 H .............. 0,66

Dans l'espoir d'élucider ces anomalies, les deux éminents chimistes ont mesuré la baryte; le sel « séché à l'air libre » devrait donner 22,87. Ils n'ont pas obtenu plus de 19,85.

» Devant une telle discordance, ils ont cru devoir admettre un excès d'eau fractionnaire. La formule $C^8H^4O^{10}SbO^3BaO(HO)^{2,5}$ leur a paru nécessitée par la proportion de baryte. Cette formule ne demande pas plus de 2,40; c'est encore un peu trop; mais le rapprochement avec l'analyse a paru recevable. Cependant MM. Dumas et Piria n'ont pu méconnaître la grave anomalie qui subsistait encore.

» La formule exige encore : pour C, 12,80 au lieu de 11,58, et pour H, 1,73 au lieu de 1,72. Désaccord inadmissible, devant lequel ils n'ont pas hésité à admettre que le nombre 11,58 résultait d'une retenue de $CO^2$ par la baryte « demi-carbonatée ». Car, en cette proportion, 11,58 deviennent 12,87, ou à peu près le nombre de l'expérience.

» Mais cette supposition est inadmissible, dans le Mémoire même où MM. Dumas et Piria se félicitaient quelques pages plus haut « d'une mé-
» thode d'analyse qui est appelée à rendre de grands services, celle qui
» consiste à ajouter de l'oxyde d'antimoine aux sels alcalins pour déter-
» miner l'expulsion complète de l'acide carbonique provenant de la com-
» bustion ».

» Voici d'où viennent les discordances que des chimistes aussi habiles tenaient avec raison pour des anomalies contraires aux hypothèses d'alors :

» L'acide tartrique anhydre est $C^8H^2O^8 = 114$. Il s'unit avec des *poids* de bases en un des rapports de ma loi générale des actions de mélange, rapports dont je rappelle les principaux :

| | Excès de base. | Normal. | Excès d'acide. | |
|---|---|---|---|---|
| .... | $\frac{15}{1}$ $\frac{7}{1}$ $\frac{13}{3}$ $\frac{3}{1}$ $\frac{23}{9}$ $\frac{11}{5}$ $\frac{43}{21}$ $\frac{5}{3}$ $\frac{9}{7}$ | $\frac{1}{1}$ | $\frac{7}{9}$ $\frac{3}{5}$ $\frac{21}{43}$ $\frac{5}{11}$ $\frac{9}{23}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{3}{13}$ $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{15}$ | ...., |

$$114 \times \tfrac{11}{5} = 250,80 \text{ poids des bases } SbO^3 + BaO.$$

» Ce poids dépasse le poids classique $144 + 76,5 = 220,5$. Il est divisé en deux parties :

$$\frac{21}{64} \times 230,8 = 82,29 \text{ de BaO}, \quad \frac{43}{64} \times 250,8 = 168,51 \text{ de } SbO^3.$$

» Le sel anhydre pèse $114 + 250,80 = 364,80$.

» L'eau unie au sel anhydre est $\frac{1}{7} = 52,11 = (HO)^{5,79}$; ce qui conduit à

| | | |
|---|---|---|
| $C^8$ | 48 | 11,51 |
| $H^{7,79}$ | 7,79 | 1,87 |
| $O^{13,79}$ | 110,32 | 26,46 |
| $(SbO^3)^{1,17}$ | 168,51 | 40,42 |
| $(BaO)^{1,07}$ | 82,29 | 19,74 |
| | 416,91 | 100,00 |

tous nombres concordants avec les analyses, et jetant une vive lumière sur les *anomalies* signalées par MM. Dumas et Piria.

» Les pertes d'eau à 100° et à 250° sont : la première, de ce qui se dégage en laissant le sel anhydre avec $\frac{3}{61} = 17,94 = (HO)^{1,99}$; pour cela, le dégagement est de $52,11 - 17,94 = 34,17$ ou 8,196 pour 100. MM. Dumas et Piria ont trouvé 8,21. La seconde perte (à 250°) ne laisse pas plus de $\frac{1}{63}$ et dégage 10,40. MM. Dumas et Piria ont trouvé 10,52, ....

» J'ai naturellement fait l'analyse de l'émétique de baryte :

» 1° Pour la baryte, j'ai trouvé 19,76, 19,75, 19,74;

» 2° Pour l'oxyde d'antimoine, je précipitais le métal en sulfure, et après fusion je déduisais $SbO^3$ de $SbS^{2,5}$.

» Faute de place, je me borne à écrire : le sulfure est bien $SbS^{2,5}$ et non $SbS^3$.

» Les analyses m'ont donné S en centièmes :

24,99, 25,01, 25,00 25,12, 25,02, 25,00, 24,98.

» Vauquelin a trouvé : 25,00; Proust : 24,99 ([1]). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la production du saccharose pendant la germination de l'orge.* Note de M. L. **Lindet**, présentée par M. Duclaux.

« L'étude des transformations que subissent, au cours de la germination, les hydrates de carbone, contenus dans les grains d'orge, préoccupe à la fois les physiologistes et les brasseurs. J'ai voulu aborder cette étude et rechercher la nature de ces transformations, en me plaçant sur le ter-

---

([1]) *Annales du Muséum.*

rain de la pratique industrielle. Les premiers résultats que j'ai obtenus me permettent de conclure à l'augmentation progressive du saccharose pendant la germination industrielle, et j'ai pu, grâce à la collaboration de M. Cousin, directeur technique d'une de nos plus importantes brasseries, qui a bien voulu, à mon intention, prélever neuf échantillons successifs dans une même couche d'orge en germination, mesurer la marche, l'intensité et les limites du phénomène. Ces résultats confirment ceux que MM. Brown et Morris, en étudiant la germination des grains d'orge au point de vue physiologique, ont récemment publiés.

» Pour rechercher dans chacun de ces échantillons le saccharose, j'ai profité de ce fait que l'alcool à 91° environ, mis au contact de l'orge, finement broyée, dans un appareil à épuisement, dissout aisément le saccharose, en n'entraînant qu'une faible quantité de sucre réducteur. L'alcool a été ensuite évaporé au vide, le résidu repris par l'eau a été traité par l'oxyde de plomb hydraté, de façon à fixer les acides gras que l'alcool avait dissous; puis le liquide, ainsi déféqué, a été, avant et après inversion, examiné au saccharimètre et analysé par la liqueur de cuivre.

» Le procédé d'inversion que j'ai suivi est le procédé connu dans l'industrie et les laboratoires de l'État, sous le nom de *procédé Clerget*, tel qu'il a été dernièrement réglementé par le Comité consultatif des Arts et Manufactures (chauffage au bain-marie des liqueurs en présence de 10 pour 100 d'acide chlorhydrique, de façon que le liquide passe de la température ordinaire à celle de 67°-68° en dix ou douze minutes). Ce procédé offrait pour moi cet avantage, que, dans ces conditions, comme j'ai pu m'en assurer en opérant sur du maltose, que M. Jungfleisch a bien voulu mettre à ma disposition, le maltose ne s'invertit pas.

» Les opérations d'épuisement, d'évaporation, de dosages ont été faites dans des conditions identiques et m'ont donné, appliquées aux différents échantillons d'orge, les résultats suivants :

| Date du prélèvement. | Durée de la germination. | Saccharose p. 100 de l'orge touraillée (10 p. 100 d'eau). |
|---|---|---|
| 9 décembre 1892, 9h du matin........ | 46h | 0,99 |
| 10 » » ........ | 70 | 1,85 |
| 11 » » ........ | 94 | 2,20 |
| 12 » » ........ | 118 | » |
| 13 » » ........ | 142 | 2,31 |
| 14 » » ........ | 166 | 2,74 |
| 15 » » ........ | 190 | » |
| 16 » » ........ | 214 | 2,84 |
| 17 » 5h du matin........ | 234 | 3,09 |

» Les rotations observées avant et après inversion ont concordé sensiblement avec celles qu'auraient fournies les nombres ci-dessus. Les excé-

dents de rotation sont attribuables à la petite quantité de sucres réducteurs qui accompagnaient le saccharose.

» J'ai obtenu des résultats analogues en soumettant à l'analyse les liquides provenant de l'épuisement par l'eau de chacune de ces orges. Ces épuisements ont eu lieu à l'eau glacée, procédé que M. Aimé Girard a imaginé pour éviter les transformations qui se produisent au cours des lavages, et qu'il a appliqué, il y a quelques années, dans un travail d'ensemble sur la composition des blés.

» Ces liquides renferment, à côté du saccharose, des sucres réducteurs dont la quantité augmente d'une façon régulière, du commencement à la fin de la germination, depuis 2,72 pour 100 jusqu'à 6,28 pour 100 de l'orge. La courbe qui représente l'augmentation de ces sucres réducteurs est sensiblement parallèle à celle que les nombres trouvés plus haut pour le saccharose permettent de tracer.

» La seule substance que l'on voit diminuer progressivement dans l'orge en germination est l'amidon, et l'on ne peut s'empêcher d'être frappé du rapport qui existe entre l'amidon qui décroît et le saccharose qui augmente, et de trouver là une confirmation de ce fait, dont MM. Brown et Morris ont cherché à établir le processus physiologique, que le saccharose, dans certaines circonstances, se produit aux dépens de l'amidon.

» Je me permettrai de présenter prochainement à l'Académie les résultats d'expériences que j'ai poursuivies cet été sur la maturation de la pomme à cidre, et au cours desquelles j'ai reconnu que le saccharose et le sucre inverti augmentent au fur et à mesure que disparaît l'amidon. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la nitrification des terres de prairie.* Note de MM. **J. Dumont** et **J. Crochetelle**, présentée par M. Dehérain.

« De nombreuses expériences dues à Boussingault, de plus récentes exécutées par M. E. Bréal, montrent que les sols de prairie ne renferment que des quantités insignifiantes de nitrates. L'absence de nitrification active explique très bien la réserve énorme de matières azotées que ces sols contiennent; une richesse considérable y reste sans profit, ce qui est d'autant plus regrettable que les graminées, abondantes dans les prairies permanentes, profitent particulièrement de l'emploi des nitrates.

» Nous avons pensé que, peut-être, les sols de prairie, très chargés de matières organiques, ne présentent pas habituellement la faible alcalinité favorable à l'action des ferments nitriques et nous avons étudié l'influence qu'y exercent différents carbonates sur la nitrification.

» Nous avons employé, d'une part, une terre d'Avilly (Oise); d'autre part, une terre marécageuse provenant des bords du Rû de Gally (domaine de Grignon) et en outre différents sols de la station agronomique.

» I. *Expériences avec la terre d'Avilly.* — Cette terre, en prairie depuis un temps immémorial, renferme par kilogramme les quantités suivantes d'éléments fertilisants :

Calcaire .......... 420$^{gr}$

Humus (¹)........ 68$^{gr}$,4 comprenant { 11$^{gr}$ d'azote organique. / 32$^{gr}$,2 de carbone combiné.

» Le 10 mai nous avons ajouté à 1$^{kg}$ de cette terre des doses variables de carbonate de potassium; ces sols ont été en outre remués et arrosés à plusieurs reprises.

» L'extraction des nitrates, effectuée un mois après, a donné les chiffres suivants :

*Azote nitrifié dans 100$^{gr}$ de terre.*

| Carbonate de potassium pour mille. | Azote nitrique en milligrammes. |
|---|---|
| 0 | 70 |
| 1 | 160 |
| 2 | 230 |
| 3 | 250 |
| 4 | 130 |
| 5 | 73 |

» Le dosage initial de l'azote nitrique existant dans la terre avant l'expérience nous avait donné 60$^{mgr}$.

» Au mois de juillet, nous avons entrepris des essais nouveaux en substituant au carbonate de potassium, dont le prix est très élevé, le sulfate et le chlorure de potassium. Une série supplémentaire a reçu du carbonate de sodium.

*Azote nitrifié, en un mois, dans 1000$^{gr}$ de terre avec des doses variables de différents engrais.*

| | Azote nitrique obtenu en milligrammes. | | | |
|---|---|---|---|---|
| Doses. | Carbonate de potassium. | Chlorure de potassium. | Sulfate de potassium. | Carbonate de sodium. |
| 0 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 1 par mille | 98 | 75 | 150 | 80 |
| 1,5 » | » | 78 | 180 | 80 |
| 2 » | 140 | 78 | 220 | 75 |
| 2,5 » | 160 | 100 | 260 | 75 |
| 3 » | 127 | 100 | 240 | 73 |
| 4 » | 100 | 78 | 270 | 75 |
| 5 » | 85 | 80 | 340 | 70 |
| 6 » | 80 | 78 | » | 75 |
| 8 » | 60 | » | 350 | 73 |
| 10 » | » | » | » | 70 |

(¹) L'humus a été calculé en doublant le carbone organique.

» Ces dosages montrent que la dose de carbonate la plus favorable est de 2,5 millièmes; à la dose de 8 pour 1000 la nitrification est totalement entravée. Les quantités maxima d'azote nitrique sont inférieures à celles que nous avions obtenues précédemment; cela tient à ce que les terres n'ont pas été remuées et arrosées pendant le temps de l'expérience.

» II. *Expériences avec les terres des bords du Rû de Gally* (*Grignon*). — Cette terre, qui produit une vive effervescence avec les acides, se forme sur les bords d'un ruisseau où se déversent des eaux résiduaires de toutes sortes. Elle renferme 28,7 de carbone combiné, soit 57,6 d'humus par kilogramme.

*Azote nitrifié du 20 juin au 10 juillet dans* 1000$^{gr}$ *de terre.*

| Doses de carbonate de potasse. | Azote nitrique en milligrammes. |
|---|---|
| 0 | 8 |
| 1 pour 1000 | 62 |
| 1,5 » | 91 |
| 2,0 » | 140 |
| 2,5 » | 180 |
| 3,0 » | 105 |

*Azote nitrifié du 21 septembre au 5 octobre dans* 1000$^{gr}$ *de terre.*

| Doses de sulfate de potasse. | Azote nitrique en milligrammes. |
|---|---|
| 0 | 78 |
| 2 pour 1000 | 420 |
| 5 » | 456 |
| 8 » | 300 |

» On remarquera que, dans ces deux dernières expériences, les terres sans addition donnent des quantités de nitrates très différentes; la terre qui a reçu le sulfate de potassium, finement pulvérisée, est restée exposée à l'air pendant plusieurs mois; la nitrification y est devenue active comme dans l'expérience réalisée par M. Dehérain récemment ([1]).

» Les résultats de ces nouveaux essais confirment pleinement ceux qui ont été obtenus précédemment. Le carbonate de potassium n'agit pas aussi efficacement dans la terre du Rû de Gally que dans la terre d'Avilly : la différence est due sans doute aux proportions variables d'humus que renferment ces deux terres.

» Pour bien montrer que l'influence du carbonate de potasse sur la nitrification varie avec l'abondance de l'humus, nous avons encore expérimenté avec des terres de labour. Elles ont été prises à la station agronomique; l'une a été prélevée dans la par-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1091, séance du 15 mai 1893. — *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 401.

celle **42** qui renferme encore 29gr d'humus par kilogramme; l'autre, appartenant à la parcelle **21**, cultivée sans engrais depuis 1875, ne dose que 10gr,8 d'humus. Nous indiquerons simplement ici les résultats moyens obtenus avec 2 millièmes de carbonate, de sulfate et de chlorure de potassium.

*Azote nitrifié dans* 1000gr *de terre* (*en* 15 *jours*).

| | Azote nitrique en milligrammes. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Parcelle 42 (humus par kilogr. : 29). | | Parcelle 21 (humus par kilogr. : 10,8), | |
| | | Excédent. | | Excédent. |
| Sans addition.......... | 39 | » | 28 | » |
| Carbonate de potassium. | 68 | 29 | 32 | 4 |
| Sulfate de potassium... | 80 | 41 | 46 | 18 |
| Chlorure de potassium.. | 57 | 18 | » | » |

» On voit que les excédents d'azote nitrique produits par l'addition des sels de potasse diminuent à mesure que les terres sont plus pauvres en humus.

» De ces expériences on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° On active la nitrification dans les terres riches en humus en les additionnant de faibles quantités de carbonate de potassium (2 à 3 pour 1000), mais à doses plus fortes, au contraire, le carbonate devient nuisible;

» 2° Le sulfate de potassium est efficace; employé à des doses de 7 à 8 millièmes, il favorise encore la formation des nitrates;

» 3° Le chlorure de potassium n'exerce qu'une action médiocre;

» 4° Le carbonate de sodium ne paraît pas favoriser la nitrification.

» Il nous reste à déterminer, par des essais sur le terrain, quelles sont les doses de sulfate de potasse qu'on peut employer avantageusement dans la culture des prairies [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des poisons minéraux sur la fermentation lactique.* Note de MM. **A. Chassevant** et **Ch. Richet** [2], présentée par M. Duclaux.

« En continuant les expériences que l'un de nous a déjà brièvement communiquées à l'Académie [3], nous avons été amenés à distinguer, dans

(1) Ce travail a été exécuté dans le laboratoire de Chimie de l'École de Grignon, avec l'aide bienveillante de M. Dehérain.

(2) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

(3) Ch. Richet, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1494; 1892.

l'action toxique des sels métalliques sur la fermentation lactique, deux doses différentes : l'une agissant sur la reproduction et pullulation du ferment, l'autre agissant sur son activité fonctionnelle.

» Nous appellerons dose *antigénétique* la dose qui entrave la pullulation, et dose *antibiotique* la dose qui arrête l'activité fonctionnelle.

» Qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre dose, c'est toujours par la même méthode que nous l'avons appréciée, à savoir, par le dosage de la quantité d'acide lactique produit. En effet, la quantité d'acide lactique formée est fonction : 1° de la quantité de microbes; 2° de leur activité fonctionnelle. Si, dans une liqueur toxique ensemencée avec une trace de ferment, nous trouvons que la quantité d'acide lactique formée est nulle, nous en conclurons que nous avons atteint la dose antigénétique. Si, dans une liqueur contenant de nombreux ferments, la quantité d'acide lactique formée est nulle, nous en conclurons que la dose antibiotique a été atteinte.

» Voici quels procédés techniques nous avons employés pour distinguer ces deux doses.

» Soit une certaine quantité de petit-lait (préparé comme il a été dit dans la Note précédente) stérilisé et ensemencé par une trace de ferment pur; ce petit-lait, après fermentation de vingt-quatre heures, est rempli de ferments en pleine activité et acide. Il est neutralisé par du bicarbonate de potasse. Alors on met dans du petit-lait (sérilisé, neutralisé et contenant des quantités variables du corps dont on veut étudier l'action sur le ferment) tantôt 50 pour 100 de cette liqueur riche en ferments vivants, tantôt 0,05 pour 100.

» Si l'on ajoute 50 pour 100 de la liqueur riche en ferments, on introduit assez de germes pour que la pullulation soit indifférente, les germes adultes étant assez nombreux pour fournir la production d'acide lactique.

» Si, au contraire, on met 0,05 pour 100 de cette liqueur, on n'introduit qu'une minime quantité de germes, et il faut, pour une production appréciable d'acide lactique, qu'il y ait pullulation des rares ferments introduits dans la liqueur stérile.

» On voit immédiatement que la dose antigénétique doit être nécessairement inférieure à la dose antibiotique, puisque la dose qui entrave l'activité du ferment doit aussi entraver sa pullulation.

» Mais il pouvait se faire que la dose antigénétique fût notablement inférieure à la dose antibiotique. Autrement dit, la dose de poison nécessaire pour entraver la reproduction et la pullulation des germes pouvait être beaucoup plus faible que la dose qui arrête la formation d'acide lactique pour les germes adultes.

» Nous avons vérifié qu'il en était ainsi.

» Voici les chiffres que nous avons obtenus ([1]) :

| | Dose antigénétique. | Dose antibiotique. | Rapport entre la dose antigénétique et la dose antibiotique, la première étant supposée égale à l'unité. |
|---|---|---|---|
| | mol | mol | |
| Magnésium | 0,5 | 1,5 | 3 |
| Lithium | 0,25 | 0,5 | 2 |
| Calcium | 0,15 | 0,4 | 2,5 |
| Strontium | 0,125 | 0,25 | 2 |
| Baryum | 0,125 | 0,25 | 2 |
| Aluminium | 0,026 | 0,037 | 1,4 |
| Manganèse | 0,0064 | 0,0085 | 1,3 |
| Fer | 0,004 | 0,005 | 1,2 |
| Plomb | 0,0036 | 0,0061 | 1,7 |
| Zinc | 0,0025 | 0,0035 | 1,4 |
| Cuivre | 0,0015 | 0,0015 | 1 |
| Cadmium | 0,00085 | 0,0021 | 2,5 |
| Platine | 0,00025 | 0,00075 | 3 |
| Mercure | 0,000185 | 0,000185 | 1 |
| Nickel | 0,000125 | 0,000200 | 1,6 |
| Or | 0,000080 | 0,000165 | 2 |
| Cobalt | 0,000065 | 0,000065 | 1 |

» Il résulte de ces chiffres, qui sont la moyenne de nombreuses expériences :

» 1° Que la dose antigénétique peut être trois fois plus faible que la dose antibiotique (magnésium, platine);

» 2° Que pour certains métaux ces deux doses se confondent (cuivre, mercure, cobalt).

» C'est là une confirmation nouvelle de cette loi générale assez importante : la dose qui arrête les fonctions de reproduction est plus faible que celle qui arrête les fonctions végétatives.

» Les adultes peuvent donc continuer à vivre tant bien que mal et à exercer leurs fonctions chimiques, dans des milieux assez toxiques pour empêcher absolument leur pullulation ([2]). »

---

([1]) Les poids sont évalués en molécules ($Mg^2$, $Li^2$, etc.) par litre de petit-lait. Les sels étaient tous à l'état de chlorures, sauf pour le plomb que nous avons employé à l'état d'azotate.

([2]) Les faits que nous indiquons ici sommairement seront développés dans un prochain travail.

M. G.-W. Pierce adresse, par l'entremise de M. Brown-Séquard, un Travail manuscrit, en anglais, portant pour titre : « Vitesse du son dans l'air ».

A 3 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 30 octobre 1893.

*Le mouvement*, par E.-J. Marey, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, professeur au Collège de France, directeur de la Station physiologique. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°.

*Encyclopédie chimique*, publiée sous la direction de M. Fremy, Membre de l'Institut, professeur à l'École Polytechnique, directeur du Muséum, etc. Tome IV : *Analyse chimique. Analyse qualitative microchimique*, par M. Th.-H. Behrens, professeur à l'École Polytechnique de Delft, avec la collaboration de M. Léon Bourgeois, assistant au Muséum. Paris, V$^{ve}$ Ch. Dunod, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

*Annuaire géologique universel. Revue de Géologie* et *Paléontologie*, dirigée par le D$^r$ L. Carez pour la partie géologique et H. Douvillé pour la partie paléontologique, avec le concours de nombreux géologues français et étrangers, fondé par le D$^r$ Dagincourt. Année 1892. Tome IX, 1$^{er}$ fascicule. Paris, 1893; 1 vol gr. in-8°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XIX, n° 10. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*La scintillation des étoiles*, par Charles Dufour, professeur à la Faculté des Sciences. (Extrait du *Recueil inaugural de l'Université de Lausanne*.) Lausanne, Viret-Genton, 1892; 1 fasc. in-4°.

*Société d'Agriculture, des Sciences et des Arts centrale du département du*

*Nord. Bulletin agricole*. Année 1891. Douai, Duthillaut, 1891; 1 br. in-8°.

*Théorie élémentaire des courants alternatifs,* par J. Voyer, Paris, Carré, 1894; 1 br. in-8°.

*Étude sur la circulation des éléments et la formation des mondes,* par Pierre Juillard. Audincourt, C. Jacot, 1893; 1 br. in-18.

*Congrès international d'Archéologie et d'Anthropologie préhistoriques,* IIe session, à Moscou, t. II. Moscou, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Souvenirs et mémoires. Autobiographie de* J.-Daniel Colladon. Genève, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Eleventh annual Report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior,* 1889-1890, by J.-W. Powel, director. Part I : *Geology*. Part II : *Irrigation*. Washington, 1891; 2 vol. in-4°.

*Discurso leido en la Universidad de Zaragoza en la solemne apertura del curso academico, de* 1893 *a* 1894, por Julia Ribera. Zaragoza, 1893 ; 1 vol. in-8°.

*Jahresbericht der kgl. ung. geologischen Anstalt für* 1891. Budapest, 1893; 1 vol. in-8°.

*Transactions of the clinical Society of London,* volume the twenty-sixth. London, 1893; 1 vol. in-8°.

*Bergens Museums aarbog for* 1892. *Afhandlinger og Aarsberetning udgivne af Bergens Museum* paa berkostning af Joachim Frieles Legat. Bergen, 1893; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 novembre 1893.

*Annales de Chimie et de Physique,* par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Sixième série. t. XXX, novembre 1893. Paris, G. Masson. Imprimerie Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie,* rédigé par MM. Fremy, Regnauld, Lefort, Planchon, Riche, Jungfleisch, Petit, Villejean, Bourquelot et Marty. 5e série, t. XXVIII. N° 9, 1er novembre 1893. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*De la nomenclature zoologique,* par le Dr Charles Girard (Extrait des *Mémoires de la Société zoologique de France* pour l'année 1893). Paris, 1893; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Chirurgie de Maître Henri de Mondeville, chirurgien de Philippe le Bel, roi de France, composée de* 1306 *à* 1320. Traduction française avec des notes, une introduction et une biographie. Publiée sous les auspices du Ministère

de l'Instruction publique, par E. NICAISE, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, chirurgien de l'hôpital Laënnec, etc., avec la collaboration du Dr SAINT-LAGER et de F. CHAVANNES. Paris, Félix Alcan, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Verneuil.)

*Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France.* Tome CXXXV. Paris, Chamerot et Renouard, 1893; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen.* 1er et 2e semestre 1892. Rouen, Julien Lecerf, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Projet de mesure d'un arc du méridien de 4°20′ au Spitzberg,* par P.-G. ROSÉN (Mémoire publié par l'Académie des Sciences de Suède). Stockholm, 1893; 1 br. gr. in-8°.

*A Dictionary of the economic products of India,* by GEORGE WATT, volume VI, Part III (*Silk* to *Tea*). Volume VI, Part IV (*Tectona* to *Zygophillum*). London, W.-H. Allen and Co, 1893; 2 vol. in-8°.

*Katalog der Reptilien-Sammlung im Museum der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main.* I. Theil (*Rhynchocephalen, Schildkröten, Krokodile, Eidechsen, Chamäleons*), von Prof. Dr O. BOETTGER. Frankfurt a. M., 1893; 1 vol. in-8°.

*Bericht über die senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main.* 1893. Frankfurt; 1 vol. in-8°.

*Observations and researches made at the Hong-Kong observatory in the year* 1892, by W. DOBERCK, director. Hong-Kong, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 23 octobre 1893.)

Note de M. *Blondlot*, Sur la détermination de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil de cuivre :

Page 545, en tête des deux colonnes de nombres, *au lieu de* Kilomètres par seconde, *lisez* Milliers de kilomètres par seconde.

Page 546, ligne 1 de la note (3), *au lieu de* Corsigny, *lisez* Consigny.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 NOVEMBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

## MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau modèle de four électrique à réverbère et à électrodes mobiles.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans une publication du 12 décembre 1892, j'ai présenté à l'Académie un nouveau modèle de four électrique, permettant de chauffer dans un creuset de charbon plusieurs centaines de grammes de substance à la température de l'arc électrique.

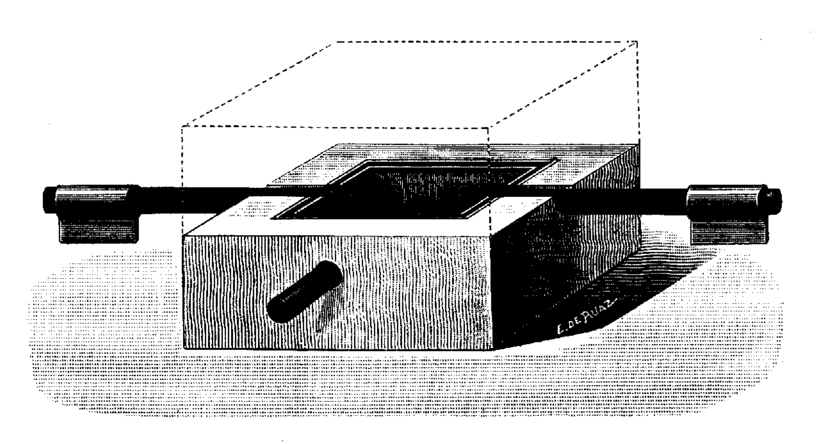
» Je rappellerai que, dans le premier dispositif décrit, je me servais de deux briques de chaux vive, bien dressées, appliquées l'une sur l'autre. La brique inférieure portait deux rainures donnant passage aux cylindres de charbon servant d'électrodes. Au milieu, à quelques centimètres au-dessous de l'arc, se trouvait une petite cavité qui recevait le creuset en charbon. Les électrodes étaient rendues facilement mobiles au moyen de deux supports que l'on déplaçait ou mieux de deux glissières qui se mouvaient sur un madrier.

» Ce qui différencie ce four électrique de ceux qui ont été employés jusqu'ici, et en particulier des fours de Siemens, de Cowles et d'Acheson, c'est que la matière à chauffer ne se trouve pas en contact avec l'arc électrique, c'est-à-dire avec la vapeur de carbone. Cet appareil est donc un véritable four électrique à réverbère avec électrodes mobiles ([1]).

» On peut remplacer, comme l'ont indiqué Henri Sainte-Claire Deville et Debray à propos de leurs grandes fusions de platine, la chaux vive par un bloc de pierre de Courson ([2]). Ce carbonate de chaux possède deux avantages : d'abord, de présenter une plus grande solidité, et ensuite, de se rencontrer facilement en fragments aussi volumineux qu'on peut le désirer.

» J'indiquerai aujourd'hui une nouvelle forme de four, permettant d'atteindre la température de l'arc et de chauffer les corps à étudier dans une enceinte complètement séparée de l'arc électrique.

» Cet appareil se compose d'un bloc de pierre de Courson ([3]) ayant la forme d'un parallélépipède au milieu duquel une cavité assez grande est



ménagée. Deux rainures donnent passage aux électrodes, aussi mobiles que dans le four à creuset précédemment décrit (voir la figure).

---

([1]) Ce dernier point a aussi son importance, car la mobilité des électrodes donne une très grande facilité pour établir l'arc, pour l'étendre, le raccourcir à volonté; en un mot, elle simplifie beaucoup la conduite des expériences.

([2]) *Procès-Verbaux de la Commission internationale du Mètre*. Exposé de la situation des travaux au 1er octobre 1873, p. 9.

([3]) Dans ce nouvel appareil, la pierre de Courson ne supportant plus l'action directe de la chaleur peut être remplacée par un calcaire quelconque à grain fin et bien desséché.

» Sur les parois de la cavité, qui présente aussi la forme d'un parallélépipède, se trouvent des plaques alternées de $0^m,01$ d'épaisseur, d'abord de magnésie et ensuite de charbon. Ces plaquettes, au nombre de quatre, sont disposées de telle sorte que la magnésie soit toujours au contact de la chaux vive et la plaquette de charbon à l'intérieur du four. L'oxyde de magnésium, étant irréductible par le charbon, ne pourra donc disparaître que par volatilisation, tandis que, à ces hautes températures, la chaux fondrait au contact du charbon et produirait avec rapidité un carbure de calcium liquide. Le dessus de la cavité du four se ferme de même par un ensemble de deux plaques de magnésie et de charbon. Un bloc de pierre de Courson recouvre le tout. Enfin, un tube de charbon traverse le four et les plaquettes latérales perpendiculairement aux électrodes. Son diamètre peut varier de $0^m,01$ à $0^m,02$, et il est disposé de façon à se trouver à $0^m,01$ au-dessous de l'arc et à $0^m,01$ au-dessus du fond de la cavité. L'appareil disposé dans ces conditions peut être chauffé pendant plusieurs heures avec des courants qui ont varié de 300 ampères et 70 volts à 1000 ampères et 60 volts. La partie du tube de charbon exposée à cette haute température se transforme entièrement en graphite. Mais si le tube est en carbone pur, et s'il a été préparé avec soin et sous une forte pression, le graphite forme un véritable feutrage et le diamètre du tube ne change pas sensiblement.

» Si l'on veut éviter l'action directe du carbone sur les corps mis en expérience, on peut donner au tube de charbon un revêtement intérieur de magnésie. L'expérience alors est limitée, il est vrai, par la vaporisation de cet oxyde; mais, avant d'en arriver à ce degré de chaleur, on comprend qu'il existe un grand nombre d'études intéressantes à réaliser.

» L'appareil que je viens de décrire possède un tube de charbon horizontal. Si l'on incline ce tube de 30°, le four se transforme aussitôt en un appareil de production des métaux réfractaires, appareil continu au milieu duquel on peut amener par glissement le mélange d'oxydes à réduire, tandis que le métal liquide s'écoule avec facilité sur ce plan incliné.

» Dans ce four électrique continu, je sépare complètement les phénomènes calorifiques de l'arc des phénomènes électrolytiques.

» Avec un courant de 600 ampères et 60 volts, il est facile d'obtenir en une heure un culot de chrome métallique fondu d'environ $2^{kg}$. Le métal est reçu dans un creuset de sesquioxyde de chrome où il reste liquide un temps suffisant pour s'affiner. Il fournit alors une masse parfaitement liquide, qui, après solidification, donne un métal blanc, très dur, à grain fin, prenant un beau brillant par le polissage.

» La magnésie employée dans ces expériences a été préparée d'après les indications de M. Schlœsing [1]; il faut, en effet, débarrasser cet oxyde des petites impuretés qu'il pourrait contenir et qui abaissent considérablement son point de fusion. Pour cela, l'hydrocarbonate de magnésie est calciné pendant plusieurs heures au four Perrot. Réduite ensuite en poudre fine, la magnésie est mise à digérer avec une solution étendue de carbonate d'ammoniaque, puis lavée à grande eau et calcinée à la plus haute température que puisse fournir un bon fourneau à vent. Par addition d'eau, on forme avec cette magnésie une pâte épaisse qui, par compression dans des moules en bois, fournit des plaquettes que l'on abandonne à une dessiccation lente. Ces plaquettes sont enfin cuites au moufle [2].

» Ainsi que M. Schlœsing l'a établi, cette magnésie ne présente plus de retrait à la température d'un fourneau à vent, et ne subit aucune action de la part des agents atmosphériques. Il va de soi que, aux températures du four électrique, elle donnera un nouveau retrait. Mais, dans ces nouvelles conditions, tout en restant très légère, elle prend un aspect cristallin et sa solidité augmente.

» J'indiquerai, comme exemple des expériences que je suis en train de poursuivre au moyen de ce nouvel appareil, les préparations du siliciure de carbone et du vanadium. Si l'on place du silicium dans une nacelle en charbon au milieu du tube, chauffé avec un courant de 1000 ampères et 60 volts, on obtient sur la paroi supérieure des aiguilles prismatiques de siliciure de carbone qui atteignent plusieurs millimètres, et qui, dans ces conditions, sont produites par la combinaison de la vapeur de carbone avec la vapeur de silicium.

» Dans les mêmes conditions de tension, le carbure de vanadium se prépare avec facilité. Je rappellerai que dans des expériences précédentes, faites aux Arts et Métiers, cette réduction ne se produisait qu'avec une grande difficulté avec une machine de 45 chevaux fournissant 350 ampères et 70 volts.

» J'aurai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat des recherches entreprises dans cette nouvelle voie. »

---

(1) Schlœsing, *Industrie de la magnésie* (*Comptes rendus*, t. CI, p. 131).

(2) Cette magnésie additionnée d'une petite quantité d'eau et très fortement comprimée fournit une masse très dure rayant le marbre et la fluorine.

M. A. **Cayley** adresse à l'Académie le VI^e Volume de la collection qu'il publie sous le titre « The Collected mathematical Papers of *Arthur Cayley* ».

M. **Cotteau** fait hommage à l'Académie d'une nouvelle livraison du Tome II de la *Paléontologie française,* consacrée aux « Terrains tertiaires, Éocène, Échinides ».

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Somzée**, à l'occasion de la récente Communication de M. *Hardy* (¹), rappelle à l'Académie son appareil destiné à la recherche du grisou, à l'aide du phénomène des flammes chantantes, et présente une comparaison des deux appareils.

Cette Communication sera renvoyée à la Commission nommée pour l'examen de l'appareil de M. Hardy, ainsi que la brochure de M. Somzée qui est jointe à sa lettre.

M. G. **Chassy** adresse une rectification à son Mémoire sur un système d'aubes articulées pour bateaux.

(Renvoi à la Commission nommée.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 2^e édition du « Traité élémentaire d'analyse qualitative des matières minérales, par M. *Alfred Ditte* ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux fonctions mêlées et un problème de lignes géodésiques.* Note de M. G. **Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« Je demande à l'Académie la permission de revenir sur un Mémoire déjà ancien qui a remporté, en 1892, le prix Bordin et qui a pour titre : « Re-

(¹) *Comptes rendus*, page 573 de ce volume.

cherches sur les lignes géodésiques ». Divers géomètres, et notamment M. le professeur Ricci, ayant depuis travaillé sur ce sujet, sans paraître avoir connaissance du résumé de mon Mémoire publié en décembre 1892 aux *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, je voudrais rappeler qu'en janvier 1891 j'ai déposé au Secrétariat de l'Académie un pli cacheté où tous mes résultats se trouvaient consignés. J'y indique que seuls les $ds^2$ de courbure constante ont cinq intégrales quadratiques pour leurs géodésiques, qu'aucun $ds^2$ n'admet exactement quatre intégrales, que les surfaces de révolution de M. Darboux sont les seules qui en admettent exactement trois. J'y donne également le Tableau des $ds^2$ qui admettent exactement deux intégrales quadratiques pour leurs géodésiques. Enfin je fais connaître le principe de la méthode qui me permet d'établir la généralité de mes résultats.

» Cette méthode est fondée sur une proposition générale que je n'ai pas publiée jusqu'ici, mais que j'ai enseignée dans mon cours du Collège de France en mai 1893. Je voudrais donner ici l'énoncé de la proposition fondamentale.

» Soient $X, X_0, X_{00}, \ldots$ des fonctions inconnues de $x$, et $Y, Y_0, Y_{00}, \ldots, Z, Z_0, Z_{00}, \ldots, T, T_0, T_{00}, \ldots$ des fonctions inconnues de $y, z, t$ respectivement, les variables $x, y, z, t$ étant liées par deux équations linéaires à coefficients constants réels

$$ax + by + cz + dt + e = 0, \qquad a'x + b'y + c'z + d't + e' = 0,$$

où aucun des déterminants tels que $ab' - ba'$ n'est nul.

» Je considère un polynôme $f$ composé avec les fonctions $X, X_0, \ldots, Y, Y_0, \ldots, Z, Z_0, \ldots, T, T_0, \ldots$ et leurs dérivées jusqu'à un certain ordre; les équations dont je m'occupe ont la forme

$$f = 0.$$

» Si l'on groupe ensemble les termes semblables formés de fonctions de la variable $x$ seulement, on peut mettre $f$ sous la forme

$$\Sigma \mathcal{A}_i \mathcal{X}_i = 0$$

où les $\mathcal{X}_i$ sont composés de fonctions de $x$ seulement, et les $\mathcal{A}_i$ sont des coefficients composés avec les autres fonctions $Y, \ldots, Z, \ldots, T, \ldots$. Cela posé, voici mon théorème :

» *Sauf pour certains cas où l'équation $f = 0$ se décompose en plusieurs*

*autres, les quotients* $\frac{\mathfrak{X}_i}{\mathfrak{X}_k}$ *et les quotients analogues relatifs aux variables* $y$, $z$, $t$ *sont des fonctions de leurs arguments, uniformes dans tout le plan, dénuées de point singulier essentiel à distance finie.*

» Lorsque la décomposition a lieu, on a plusieurs équations *simultanées* au lieu d'une, et le problème peut s'en trouver simplifié.

» Les pôles des fonctions jouent dans la suite de la méthode un rôle capital, car ils permettent de former de nouvelles équations qui doivent avoir lieu en même temps que l'équation proposée.

» Je suis loin de prétendre à l'infaillibilité de ma méthode; mais il me suffit qu'elle ait réussi là où d'autres méthodes n'aboutissaient pas. Tel est le cas de l'équation dont dépend le problème des $ds^2$ qui admettent pour leurs géodésiques plusieurs intégrales quadratiques,

$$\begin{aligned}
&[X_1(x_1)-Y_1(y_1)][X''(x)-Y''(y)]\\
&\quad+[X''_1(x_1)-Y''_1(y_1)][X(x)-Y(y)]\\
&\quad+\frac{3}{\sqrt{2}}[X'_1(x_1)-Y'_1(y_1)]X'(x)-\frac{3}{\sqrt{2}}[X'_1(x_1)+Y'_1(y_1)]Y'(y)=0,
\end{aligned}$$

où

$$x_1=\frac{x+y}{\sqrt{2}},\qquad y_1=\frac{x-y}{\sqrt{2}}.$$

Ma méthode prouve d'abord que *dans tous les cas* $X$, $Y$, $X_1$, $Y_1$ sont des fonctions de leurs arguments uniformes dans tout le plan, n'ayant à distance finie d'autres singularités possibles que des pôles; de plus, tous ces pôles, s'ils existent, sont doubles et à résidu nul. Si $a$ est un pôle de $X$, on a

$$Y_1(z)=X_1(a\sqrt{2}-z);$$

si $a$, $b$ sont deux pôles de $X(x)$, l'expression $(a-b)\sqrt{2}$ est une période pour $Y_1$ et $X_1$, ....

» On voit par là combien peut être profitable l'étude directe, sur l'équation $f=0$ elle-même, des solutions de cette équation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« J'indiquerai dans cette Note quelques résultats nouveaux sur les équations algébriques du second ordre

$$F(y'', y', y, x) = 0 \tag{1}$$

*à points critiques fixes.* Le cas où l'intégrale $y(x)$ est fonction *algébrique* d'une au moins des constantes d'intégration $\alpha$, $\beta$ a été élucidé dans des Communications antérieures. Le cas que j'ai surtout en vue est donc celui *où les deux constantes figurent d'une manière transcendante de quelque façon qu'on les choisisse.*

» La première question qui se pose est de savoir si ce cas peut se présenter. La chose n'est nullement certaine *a priori* : pour les équations (1) indépendantes de $x$ et résolues par rapport à $y''$, j'ai montré que l'intégrale, si elle est uniforme, renferme *toujours* algébriquement une des constantes. On est donc en droit de se demander si cette propriété subsiste quand l'équation contient $x$. Il n'en est rien, et voici comment on peut former des types d'équations (1) de l'espèce que je veux étudier.

» J'ai publié précédemment (*Comptes rendus,* mars 1893) quelques résultats concernant les relations entre $y'$, $y$ ou entre $y'$, $y$, $x$, qui sont susceptibles d'être vérifiées par une intégrale $y(x)$ d'une équation (1) à points critiques fixes. Celles de ces relations qui se présentent d'après cela comme les plus simples sont de la forme $y' = \varphi(y, x)$, où $\varphi$ est (pour $x$ constant) une fonction de $y$ sans points transcendants dont les diverses déterminations $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n, \ldots$ croissent indéfiniment avec $n$. J'ai pu établir, relativement à une classe de telles opérations, ce théorème :

» *Soit $\varphi(y, x)$ une fonction de $y$ qui (pour $x$ constant) n'admet pas de points transcendants et dont les déterminations s'obtiennent par une combinaison d'un nombre* FINI *de lacets. Si (pour $x$, $y$ pris au hasard) la valeur $\varphi_n$ obtenue en parcourant $n$ lacets est telle que $\left|\frac{\varphi_n}{n}\right|$ reste inférieur à un nombre fixe* A *(si grand que soit $n$), l'équation*

$$\frac{dy}{dx} = \varphi(y, x) \tag{2}$$

*a ses points transcendants fixes*. Il suit de là qu'on sait reconnaître si les points critiques de (2) sont fixes.

» Appliquons ce théorème aux équations

$$(3) \qquad y' = \mathrm{H}(y, x)\int_{a(x)}^{y} \mathrm{K}(y, x)\,dy,$$

où H et K sont algébriques en $y$, et où la différentielle $\mathrm{K}\,dy$ est de première ou de seconde espèce. Si on laisse de côté, comme il convient, les équations algébriques en $y', y$, toutes les équations (3) à points critiques fixes se ramènent aisément aux deux suivantes :

$$(4) \qquad y' = \sqrt{\mathrm{R}(y)}\int_{0}^{y} \frac{dy}{\sqrt{\mathrm{R}(y)}} \quad \text{avec} \quad \mathrm{R} = (1-y^2)(1-k^2y^2), \quad k^2 \text{ const.}$$

et

$$(5) \qquad y' = -\frac{\sqrt{\mathrm{R}(y, x)}}{2}\int_{a(x)}^{y} \frac{y^2\,dy}{(1-xy^2)\sqrt{\mathrm{R}(y, x)}} \quad \text{avec} \quad \mathrm{R} = (1-y^2)(1-xy^2).$$

» Ceci posé, cherchons à former une équation (1) *à points critiques fixes*, dont chaque intégrale vérifie une relation (3). Pour les équations (1) qui correspondent au type (4), une des constantes figure algébriquement; celles qui correspondent au type (5) se ramènent à la forme

$$(6) \qquad \begin{cases} y'' - y'^2\dfrac{y(2xy^2 - x - 1)}{(1-y^2)(1-xy^2)} + y'\left[\dfrac{y^2-1}{(1-x)(1-xy^2)} + \dfrac{1}{x}\right] - \dfrac{y(1-y^2)}{4x(1-x)(1-xy^2)} \\ \quad = \mathrm{A}(x)\sqrt{(1-y^2)(1-xy^2)}. \end{cases}$$

» L'intégrale générale de cette équation peut s'écrire

$$y = \mathrm{sn}_x[\varphi(x) + \alpha\omega_1 + \beta\omega_2],$$

où $\omega_1$ et $\omega_2$ désignent les périodes de la fonction sn qui correspond au module $x$, et $\varphi(x)$ une intégrale particulière quelconque de l'équation

$$\varphi'' + \frac{\varphi'(1-2x)}{x(1-x)} - \frac{\varphi}{4x(1-x)} = \mathrm{A}(x).$$

» Si notamment on fait $\mathrm{A} = 0$, on retombe sur une équation déjà signalée par M. Picard (*Mémoire sur les fonctions algébriques de deux variables*, p. 165), équation qui possède une *infinité* d'intégrales algébriques. Si

l'on fait $A = \frac{-C}{4x(1-x)}$, on peut prendre $\varphi = C$; l'équation possède *une* intégrale uniforme $y = \mathrm{sn}_x(C)$, et une *infinité* d'intégrales à $n$ déterminations, dépendant de deux nombres rationnels arbitraires qui permettent de faire croître $n$ au delà de toute limite.

» On peut montrer que l'*intégrale* $y(x)$ *de* (6) *est fonction transcendante des deux constantes de quelque manière qu'on les choisisse*. Bien plus, cette équation ne se laisse ramener d'*aucune manière* à une combinaison d'équations du premier ordre. C'est, je crois, le premier exemple d'équation à points critiques fixes ainsi *irréductible*. L'intégrale de l'équation du troisième ordre que vérifie une fonction fuchsienne renferme les trois constantes d'une façon transcendante, mais cette équation se ramène par deux quadratures à une équation de Riccati.

» Dans l'exemple précédent, l'équation (1) est résolue par rapport à $y''$. Mais considérons maintenant une équation (1) qui possède $q$ intégrales doubles J (et $r$ intégrales de différentielles totales $j$) *de première espèce*. Si l'équation a ses points critiques fixes, l'intégrale $y(x)$ définit (pour $x$ et $x_0$ constants) une correspondance biuniforme entre les deux surfaces $F = 0$ et $F_0 = 0$, mais cette correspondance *ne conserve pas* nécessairement les intégrales de première espèce. Toutefois, certaines considérations sur les cycles à deux (ou une) dimensions conduisent à regarder comme vraisemblable ce théorème :

» 1° *Toute transformation biuniforme conserve les intégrales doubles* J;

» 2° *Il ne peut exister plus d'une intégrale j qui ne se conserve pas, et cette intégrale n'a alors que deux périodes.*

» De ce théorème résulterait que *toutes* les équations (1) à points critiques fixes et *toutes* les correspondances univoques entre deux surfaces auraient été étudiées dans ma dernière Communication, *sauf dans l'hypothèse où l'on a à la fois* $q \leqq 1$, $r \leqq 1$. Pour les surfaces unicursales, il existe à coup sûr, d'après l'exemple (6), d'*autres* correspondances univoques.

» Les mêmes considérations entraînent en toute rigueur d'importantes conséquences, notamment celle-ci : *Soit* $P\,dy' + Q\,dy$ *une différentielle totale de première espèce de* F; *si les points essentiels de* $y(x)$ *sont fixes* (*en même temps que les points critiques*), *la fonction* $u = Py'' + Qy'$ *a ses* POLES *fixes. En particulier, quand* $x$ *ne figure pas dans* (1), $u(x)$ *est holomorphe.* »

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur les moyens d'augmenter la sécurité des distributions à courants alternatifs de haute tension.* Note de M. G. CLAUDE, présentée par M. A. Potier.

« On a déjà signalé à diverses reprises l'influence de la capacité des canalisations à courants alternatifs pour abaisser l'isolement apparent de ces canalisations. Je me propose, dans cette Note, d'insister plus particulièrement sur les conséquences qui résultent de ce fait, au point de vue *du danger* pour la vie humaine, et sur les moyens que l'on peut employer pour diminuer ce danger dans une notable proportion.

» D'une manière générale, la capacité des câbles, répartie uniformément sur toute leur longueur, peut, quant à son ensemble, être divisée en deux parties :

» 1° La capacité directe $C_1$ entre les deux câbles, qui se traduit, en marche, par une résistance d'isolement apparente $\frac{1}{\omega C_1}$ entre ces deux câbles;

» 2° La capacité C, C′ de chacun des câbles par rapport à la terre, qui se traduit par une résistance apparente par rapport à la terre $\frac{1}{\omega C}$ pour l'un, $\frac{1}{\omega C'}$ pour l'autre.

» Les valeurs de $\omega$, $C_1$, C et C′ sont d'ailleurs telles en pratique que les résistances apparentes correspondantes sont tout au plus de *quelques milliers d'ohms,* et que l'on peut, par conséquent, faire abstraction devant elles des résistances d'isolement ohmiques $\rho_1$, $\rho$ et $\rho'$, trouvées pendant l'arrêt, qui sont toujours au moins de l'ordre de grandeur des dizaines de mégohms.

» Or, si la résistance apparente $\frac{1}{\omega C_1}$ entre les deux câbles n'intervient pas au point de vue spécial auquel nous nous plaçons, quelque faible d'ailleurs qu'en soit la valeur, il n'en est pas de même des résistances apparentes $\frac{1}{\omega C}$ et $\frac{1}{\omega C'}$ par rapport à la terre, et la faible valeur qu'elles présentent *toujours* peut conduire à des conséquences très graves pour la vie humaine : si l'on vient à toucher, étant à la terre, *un seul point* d'un réseau de haute tension, le circuit se ferme sur l'autre pôle à la faveur du faible

isolement apparent, et la secousse qui en résulte peut compromettre la vie. Si, au contraire, nous concevons que, par un artifice quelconque, on parvienne à rendre beaucoup plus grand cet isolement apparent, le danger dans ces conditions sera supprimé, puisque le circuit ne pourra plus se fermer par la terre. Pour qu'il y ait danger, il faudra alors toucher *simultanément* les deux pôles de la canalisation, ce qui ne se produira que dans des circonstances évidemment beaucoup plus rares que le fait de toucher un seul pôle ; la cause la plus fréquente d'accidents sera donc éliminée.

» *Ce résultat, d'après ce qui précède, est facile à atteindre : il suffit d'annuler la capacité des câbles par rapport à la terre ou d'en combattre les effets.*

» Pour arriver à ce but, trois moyens sont à notre disposition :

» 1° L'expression de la résistance apparente étant de la forme $\frac{1}{\omega C}$, une canalisation donnée, quant à la capacité, sera d'autant mieux isolée que la fréquence employée sera plus basse.

» 2° Pour une canalisation en projet, il conviendra, par des dispositions appropriées, de rendre minima la capacité par rapport à la terre. On arrivera, à cet égard, à des résultats très appréciables, en plaçant les câbles *au centre* de tuyaux de grand diamètre, et surtout en employant de préférence des câbles *aériens*.

» 3° Enfin, et ce procédé a sur les précédents l'avantage de pouvoir s'appliquer à une distribution existante, on pourra combattre la capacité par les effets bien connus de self-inductions L, L', placées en dérivation sur C et C'. En supposant négligeables la résistance de la terre et celle de l'âme des câbles, ce qui revient à considérer comme un condensateur unique C ou C' la capacité répartie en réalité tout le long des câbles, on voit facilement que, par l'adjonction d'une self-induction convenable, on peut remplacer l'intensité de perte à la terre primitive

$$I_1 = -E\omega C\cos\omega t,$$

dans laquelle E est la différence de potentiel maximum aux bornes de C, par une nouvelle perte à la terre

$$I_2 = E\omega C\cos\varphi\sin(\omega t + \varphi_1)$$

dont l'amplitude $E\omega C\cos\varphi$ est toujours plus petite que l'amplitude primitive $E\omega C$. Pour rendre l'isolement apparent infini, il faudrait $\cos\varphi = 0$ d'où $\varphi = 90°$, c'est-à-dire une self-induction parfaite que l'on ne peut pratiquement réaliser. En pratique, au moyen de bobines de réaction conve-

nables, on peut arriver à $\cos\varphi = 0,04$, de sorte qu'il est possible de rendre *vingt-cinq fois plus grand* l'isolement apparent.

» D'ailleurs, la résistance de la terre et celle des câbles n'étant pas nulles, comme nous l'avons admis, il serait préférable, surtout dans le cas de câbles non armés, d'effectuer la neutralisation de la capacité par des self-inductions partielles, réparties comme elle tout le long de chaque câble.

» Pour une canalisation en projet, rien n'empêcherait de combiner deux des moyens précédents, c'est-à-dire de combattre par de la self-induction une capacité déjà rendue aussi faible que possible par des précautions spéciales, et d'arriver ainsi à des conditions de sécurité tout à fait bonnes.

» Il convient d'ajouter enfin que jusqu'ici nous n'avons tenu aucun compte de la période variable qui précède l'établissement du régime permanent chaque fois que les conditions du système sont changées, en particulier, chaque fois qu'on touche l'un des câbles étant à la terre.

» Les conséquences de ce régime variable se réduisent au *maximum* à l'effet de la secousse de *très faible durée* correspondant à la décharge de la capacité de la ligne, chargée à la moitié du potentiel de la distribution, cette décharge étant d'ailleurs atténuée à chaque instant, dans une certaine mesure, par l'action en sens inverse provenant de la self-induction.

» On peut se demander si cette secousse est encore suffisante pour être dangereuse. Les expériences effectuées couramment en électrostatique avec des capacités plus faibles, il est vrai, mais avec des différences de potentiel infiniment plus grandes, permettent de répondre par la négative. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action exercée par quelques métaux sur des solutions acides de leurs chlorures.* Note de MM. **A. Ditte** et **R. Metzner**, présentée par M. Troost.

« Lorsqu'on plonge une lame d'étain dans une solution chlorhydrique concentrée de protochlorure d'étain, surmontée d'une couche d'eau, on sait qu'il se forme rapidement des cristaux d'étain au voisinage de la surface de séparation : au premier abord, on est conduit à attribuer leur production à une électrolyse. Si l'on considère en effet le système constitué par la barre d'étain et les deux liquides, il revient à deux électrodes identiques plongeant dans des solutions différentes, séparées par leur surface de contact, et l'on aperçoit comme sources de force électromotrice, d'une part, le contact de l'étain avec la liqueur acide qui le dissout, de l'autre,

le contact des liquides par la surface commune desquels l'acide chlorhydrique se diffuse dans l'eau avec un dégagement notable de chaleur et la production d'un courant allant de la liqueur acide à l'eau à travers le plan de séparation.

» Admettons pour l'instant que la somme de ces actions électriques soit suffisante pour électrolyser le chlorure d'étain dissous, nous pourrons nous rendre aisément compte des particularités que présente l'expérience.

» Une lame d'étain, plongée dans une solution chlorhydrique de chlorure d'étain ne donne pas lieu à la formation de cristaux; mais ils apparaissent dès qu'on verse à la surface une couche d'eau, si mince qu'elle soit; celle-ci, se mêlant au liquide sous-jacent, devient rapidement assez conductrice pour laisser passer le courant, et cette solution faible de sel d'étain se comporte comme un électrolyte. Si, au lieu d'une mince couche d'eau, on en dépose une épaisse, c'est tout d'abord au voisinage du plan de séparation que l'eau mêlée de sel d'étain est le plus conductrice et laisse avec le plus de facilité passer le courant, et, en effet, c'est au voisinage de ce plan que les cristaux apparaissent. A mesure que la diffusion s'effectue, le liquide supérieur devient conducteur à des distances de plus en plus grandes de la surface de séparation, et l'électrolyse se fait sur un espace de plus en plus étendu; mais le liquide supérieur peut être considéré comme formé par des couches superposées de moins en moins conductrices, le courant qui le traverse ira en s'affaiblissant sans cesse, et les résultats obtenus sont ceux que fournit l'électrolyse du sel d'étain en solutions de plus en plus étendues par des courants de plus en plus faibles; à partir du plan de séparation, les cristaux d'étain diminuent de dimensions; à mesure qu'on les considère à des points plus élevés dans le liquide supérieur, ils se transforment graduellement en un enduit spongieux, gris, terne, qui se réduit plus haut encore en une poussière noire très ténue d'étain très divisé.

» En somme, au-dessus de la surface de séparation, la barre d'étain ne joue d'autre rôle que celui d'une électrode négative, et peut être remplacée par tout autre conducteur, un fil de platine, par exemple, dont le point de jonction avec l'étain est un peu au-dessus du plan de séparation; le dépôt d'étain cristallisé se fait sur le platine, tout aussi bien que sur le barreau d'étain de l'expérience précédente, et de la même façon. En outre, on peut faire apparaître les cristaux en un point déterminé du barreau : il suffit pour cela de rendre le liquide supérieur conducteur en ce point et d'y

introduire du sel d'étain; on y arrive en touchant les points de la tige de platine avec une pipette très effilée, contenant une solution chlorhydrique de chlorure stanneux; on voit presque immédiatement apparaître, en ce point, des cristaux dont la formation suit le mouvement descendant de la goutte liquide le long du platine. Si la couche d'eau est très épaisse et que l'on dépose une petite quantité de sel d'étain loin du plan de séparation, on obtient, au lieu de cristaux, le dépôt noir pulvérulent que donne, dans une solution étendue, un courant très affaibli; si, au contraire, la composition de la couche supérieure est partout la même, les cristaux apparaissent simultanément tout le long du conducteur et à peu près partout avec le même aspect.

» Nous avons admis, pour expliquer les phénomènes, qu'ils sont l'effet d'une électrolyse par un courant dû à deux causes : d'une part, la dissolution de l'étain dans l'acide chlorhydrique, de l'autre la diffusion de l'acide chlorhydrique dans l'eau à travers la surface de séparation; tout d'abord, il s'agit bien d'un phénomène d'électrolyse, car, si l'on remplace le barreau d'étain par un système formé de deux barreaux placés sur le prolongement l'un de l'autre et séparés par une portion isolante, traversant la surface de séparation, on n'observe rien jusqu'à ce que, grâce aux progrès de la diffusion, la base du barreau supérieur et le haut du barreau inférieur soient noyés dans des liquides conducteurs de composition différente qui les mettent en communication; on voit alors apparaître des cristaux sur cette base et sur ce sommet.

» En second lieu, l'attaque de l'étain par l'acide chlorhydrique et le courant qui en résulte sont indispensables à la production des cristaux; on n'en observe plus en constituant la couche inférieure par une solution concentrée, mais non acide, de chlorure d'étain.

» En troisième lieu, ce courant est, comme il est facile de s'en assurer directement, insuffisant pour électrolyser, à lui seul, le sel d'étain dissous; le phénomène de dépôt des cristaux n'a pas lieu quand on ne fait pas intervenir la force électromotrice qui prend naissance au contact des deux liquides et la diffusion des deux liqueurs l'une dans l'autre; mais, d'autre part, cette force à son tour ne suffit pas non plus à elle seule; un couple constitué par un vase poreux plein d'acide chlorhydrique concentré tenant du chlorure d'étain en dissolution, un vase d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et des lames de platine immergées dans les deux liquides séparés par la cloison poreuse, ne produit pas l'électrolyse du chlorure stanneux.

» Si l'on remplace le chlorure d'étain et l'étain par du chlorure de cadmium et du cadmium, métal difficilement attaqué par une solution très diluée d'acide chlorhydrique, on obtient des phénomènes tout à fait semblables à ceux dont il vient d'être question et du cadmium cristallisé; avec un métal, tel que le zinc, capable, comme le montre sa chaleur d'oxydation, de décomposer l'eau et, par suite, d'être dissous par l'acide chlorhydrique le plus étendu, il ne se forme rien d'analogue : les cristaux seraient attaqués par un liquide trop étendu pour être conducteur; une substance comme le nickel qui, dans la liqueur acide, se recouvre rapidement d'une couche protectrice d'hydrogène et, par suite, ne touche plus cette liqueur et ne s'y dissout plus, ne donne pas lieu davantage à un dépôt de cristaux, et à plus forte raison en est-il de même des métaux tels que le bismuth et l'antimoine sur lesquels l'acide chlorhydrique est sans action. Les détails de ces expériences, qui ne sauraient entrer dans le cadre de cette Note, trouveront place dans un Mémoire plus étendu. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Moyen de préserver les bois de la vermoulure.* Note de M. ÉMILE MER, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« On sait que les bois abattus et mis en œuvre sont sujets à la vermoulure; l'aubier y est bien plus exposé que le bois parfait; aussi est-on presque toujours obligé de le supprimer; ce qui entraîne une perte assez considérable de matière. Il est à remarquer que les essences le plus souvent attaquées par les insectes sont celles qui se distinguent par un bois parfait bien caractérisé et un aubier très amylifère.

» Il y a quatre ans, j'avais remarqué que la poussière qui résulte de la perforation du bois par les vrillettes, et qui consiste en débris ligneux très ténus, ne renferme plus d'amidon, même quand elle provient d'un bois où cette substance se trouve abondamment répartie. L'amidon avait donc été consommé par les insectes. Cette observation me fit supposer que c'était peut-être la présence de ce corps qui les attirait, et que, si l'on parvenait à débarrasser une pièce de bois de son amidon, elle se trouverait indéfiniment préservée de la vermoulure. Je venais précisément de constater que l'écorcement sur pied, trois ou quatre mois avant l'abatage, a pour résultat de faire disparaître l'amidon de toute la région décortiquée. J'avais même reconnu qu'une annélation de quelques centimètres de longueur suffit, pourvu qu'on ait soin de ne laisser aucune pousse se déve-

lopper sur la portion du tronc située au-dessous de l'anneau. L'amidon se résorbe peu à peu dans toute cette région.

» J'avais donc un moyen facile de m'assurer si mon hypothèse était exacte.

» Des rondelles provenant, les unes de Chênes ayant $30^{cm}$ à $40^{cm}$ de diamètre, écorcés sur pied, une année avant leur exploitation, les autres de Chênes non opérés, furent placées dans une salle voisine de la galerie des collections de l'École forestière, par conséquent dans un endroit fort exposé à l'attaque des vrillettes. Parmi les échantillons qui devaient servir de témoins, certains furent dépouillés de leur écorce au début de l'expérience, tandis que d'autres restaient intacts. J'empilai pêle-mêle toutes ces rondelles.

» En outre, douze troncs de chênes d'une quarantaine d'années, qui avaient été écorcés sur $6^{m}$ à $7^{m}$ de longueur à partir du sol vers la fin de mai 1890 et exploités au mois d'octobre suivant, furent transportés peu après dans le même local. Parmi eux, j'intercalai douze autres troncs de chênes, sensiblement de même âge et de mêmes dimensions que les premiers, ayant végété dans les mêmes conditions, mais qui n'avaient été écorcés qu'après l'exploitation, laquelle avait eu lieu en même temps que celle des sujets opérés.

» Les piles de rondelles et de troncs furent abandonnées à elles-mêmes pendant trois ans. On eut soin de ne pas les remanier pour ne pas déranger les vrillettes dans leur travail.

» Au bout de ce temps, j'examinai les différentes pièces et je constatai les faits suivants :

» 1° L'aubier des rondelles munies de leur écorce avait été très attaqué par les insectes. Le liber se trouvait entièrement corrodé et l'écorce se détachait sur presque tous les points.

» 2° Dans celles dont l'écorce avait été enlevée après l'abatage, l'aubier était vermoulu, mais moins que dans les précédentes.

» 3° Quant aux rondelles des sujets écorcés sur pied, elles étaient intactes.

» 4° L'aubier des troncs de chêne écorcés après abatage était complètement vermoulu.

» 5° Aucune trace de vermoulure ne se remarquait sur les troncs écorcés cinq mois avant leur exploitation. Parmi ceux-ci il s'en trouvait deux sur lesquels je n'avais pratiqué qu'une annélation à la partie supérieure. Ils avaient ensuite été écorcés après abatage. Ils furent préservés de la vermoulure comme ceux qui avaient subi une décortication complète.

» L'aubier, après avoir perdu son amidon, est donc délaissé par les insectes.

» Il me reste à expliquer pourquoi la résorption de l'amidon est la conséquence de l'écorcement. L'amidon produit par les feuilles sous l'influence de la lumière ne peut cheminer verticalement par le bois : cela résulte du fait qu'il disparaît de toute la région située au-dessous d'une annélation. Il ne circule dans le bois qu'horizontalement par la voie des rayons. C'est donc par le liber qu'il se rend des branches aux racines, et comme une décortication en hélice produit le même effet qu'une annélation, on est autorisé à penser que c'est par des éléments longitudinaux qu'il se transporte. Les tubes grillagés sont les seuls qui dans le liber aient à peu près cette forme. Quoi qu'il en soit, par suite de l'annélation, l'amidon provenant des feuilles a sa marche vers la partie inférieure du tronc interceptée et s'accumule dans la région supra-annulaire, la région opposée étant réduite à vivre sur la provision de matière amylacée qui s'y trouvait au moment de l'opération. Cette provision est résorbée plus ou moins vite suivant les essences, les dimensions de l'arbre et les saisons. C'est en été que la résorption est le plus rapide. Je me suis assuré en effet que des Chênes écorcés au commencement de novembre renfermaient encore passablement d'amidon au mois d'avril suivant, tandis que d'autres opérés à la fin de mai n'en contenaient plus trace en septembre, et cela non seulement dans l'aubier, mais encore dans le liber et l'écorce.

» De ce qui précède résultent les faits suivants :

» 1° L'attaque de l'aubier par les insectes est due à la présence de l'amidon dans ce tissu. On est donc autorisé à penser que, si le bois parfait est presque toujours préservé de leurs atteintes, c'est parce qu'il n'est plus amylifère.

» 2° En faisant disparaître l'amidon de l'aubier, on le rend réfractaire à la vermoulure.

» 3° On arrive à ce résultat en décortiquant l'arbre sur pied plusieurs mois avant l'abatage, ou plus simplement en pratiquant une annélation à la partie supérieure du tronc et ayant soin de supprimer toutes les pousses qui se développent sur lui. Le printemps est l'époque la plus convenable pour cette opération. L'amidon a disparu en automne et l'on peut commencer l'abatage dans le courant d'octobre.

» 4° L'industrie trouvera dans cette pratique bien simple un avantage incontestable, au moins pour l'emploi des bois à couvert (charpente, menuiserie), puisqu'elle pourra utiliser tout ou partie de l'aubier. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le développement et la maturation de la pomme à cidre.* Note de M. L. Lindet, présentée par M. Duclaux.

« Je me suis proposé de rechercher les variations que subit la pomme à cidre dans sa composition chimique, au cours de son développement et

de sa maturation. La grande quantité d'amidon que j'ai rencontrée dans ce fruit, à l'état vert, donnait à l'étude des transformations de ses hydrates de carbone un intérêt particulier.

» M. Hérissant, directeur de l'École d'Agriculture des Trois-Croix près de Rennes, a bien voulu m'adresser tous les quinze jours un lot de pommes, de la variété *petit doux*, cueillies sur un même arbre. Les pommes analysées immédiatement, en suivant une méthode que je ferai connaître dans un Mémoire détaillé, ont présenté la composition suivante :

| | | 24 juill. | 7 août. | 23 août. | 7 sept. | 21 sept. | 4 oct. | 18 oct. | 3 nov. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Poids d'une pomme moyenne.... | 21$^{gr}$,5 | 34$^{gr}$,0 | 46$^{gr}$,0 | 50$^{gr}$,2 | 60$^{gr}$,3 | 68$^{gr}$,7 | 75$^{gr}$,3 | 76$^{gr}$,5 |
| Pour 100 de pommes. | Amidon.................. | 4,8 | 4,8 | 4,9 | 5,8 | 3,8 | 3,3 | 2,1 | 0,8 |
| | Saccharose................ | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 2,3 | 2,5 | 3,2 | 3,7 | 2,9 |
| | Sucre inverti.............. | 6,4 | 6,8 | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,2 | 8,6 | 9,4 |
| | Acidité (en acide malique)... | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| | Matières cellulosiques...... | 4,4 | 3,1 | 3,2 | 2,8 | 2,8 | 2,7 | 2,6 | » |
| | » azotées........... | » | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0.3 | 0,4 | 0,3 |
| | » minérales......... | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |

» La composition chimique de ces pommes, prises à différentes époques de leur développement, est intimement liée aux phénomènes organoleptiques, qui annoncent la maturité. Les pommes, vertes jusqu'au 7 septembre, ont pris à cette époque une légère teinte jaune, qui s'est accentuée dans les échantillons suivants : les pépins ont commencé à se colorer; or, à partir de cette date, le taux des matières cellulosiques, azotées et minérales est devenu constant, bien qu'il ait, en valeur absolue, augmenté proportionnellement au développement du fruit. L'acidité a diminué d'une façon régulière. Quant aux hydrates de carbone, ils ont été le siège de transformations sur lesquelles il convient d'insister.

» Les seuls hydrates de carbone que j'aie rencontrés dans les pommes *petit doux* sont de l'amidon, du saccharose et un sucre réducteur, qui me paraît être un mélange de glucose et de lévulose [1]. La proportion de ce sucre s'élève progressivement jusqu'au 7 septembre, puis devient stationnaire jusqu'au 18 octobre, en même temps que s'établit la constance dans le pourcentage des matières cellulosiques, azotées et miné-

---

[1] Le pouvoir rotatoire de ce sucre réducteur s'est montré d'une façon constante, excepté à la date du 3 novembre, voisin de $-70°(\alpha_D)$. Le sucre inverti, produit par le saccharose, semble, comme l'ont annoncé Brown et Morris, perdre une partie de son glucose par la respiration; quand le fruit détaché de l'arbre mûrit, le pouvoir rotatoire de ce sucre baisse progressivement jusqu'à $-55°$, comme s'il se formait du sucre inverti véritable, dont le glucose serait moins rapidement utilisé. A la date du 3 novembre, ce pouvoir rotatoire, déterminé sur le fruit mûr, qui venait de tomber de l'arbre, était également de $-58°$.

rales. C'est aux dépens du saccharose qu'il semble se produire; car celui-ci reste invariable, pendant que le sucre inverti augmente, et augmente au contraire dès qu'il atteint un chiffre constant. L'amidon qui s'accumule dans le fruit, pendant la première période de sa végétation, cesse de s'y accumuler au fur et à mesure que la feuille devient moins vivace, et les sucres se forment en quantités de plus en plus grandes aux dépens de cette réserve hydrocarbonée, que la feuille ne reconstitue plus que lentement. Une partie du saccharose a peut-être émigré directement de la feuille dans le fruit, mais les expériences dont il est question plus bas nous portent à croire qu'une partie également a pu être fournie par l'amidon.

» A partir du 18 octobre, les pommes étaient devenues franchement jaunes; leurs pépins étaient noirs; elles répandaient autour d'elles l'odeur caractéristique qui est l'indice le plus certain de leur maturité; le 3 novembre, elles venaient de se détacher spontanément de l'arbre. Cette nouvelle période n'a pas déterminé de changement dans le pourcentage des matières azotées et minérales, mais elle a donné lieu à une modification spéciale dans la répartition des sucres, qu'il me semble utile de confirmer en exposant les résultats obtenus par l'analyse des mêmes fruits, abandonnés à la maturation complémentaire.

» A chaque prise d'échantillons, j'ai prélevé en effet trois ou quatre lots de pommes bien moyennes, que j'ai laissées mûrir à l'obscurité, et j'ai vu, au fur et à mesure de la disparition de l'amidon, le saccharose et le sucre inverti augmenter (c'est un résultat identique à celui que l'analyse des pommes cueillies le 18 octobre permet de constater); puis, quand la dose d'amidon a baissé au-dessous de 2 pour 100, j'ai vu la production du saccharose se ralentir, celle du sucre inverti s'accentuer au contraire (c'est ce qui est conforme aux résultats que donne l'analyse du 3 novembre). Le Tableau suivant montre, en outre, que ces phénomènes sont indépendants de l'état de maturité du fruit, et se produisent avec une intensité comparable à toutes les époques de la végétation.

| | Fruits du 23 août. | | | | Fruits du 21 septembre. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23 août. | 31 août. | 6 sept. | 15 sept. | 21 sept. | 27 sept. | 3 oct. |
| Amidon | 4,9 | 4,3 | 2,8 | 1,0 | 3,8 | 3,1 | 2,1 |
| Saccharose | 1,2 | 1,5 | 2,1 | 1,2 | 2,5 | 3,1 | 2,7 |
| Sucre inverti | 8,3 | 8,6 | 9,3 | 10,3 | 8,3 | 8,5 | 9,4 |

| | Fruits du 4 octobre. | | | | Fruits du 18 octobre. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 oct. | 9 oct. | 14 oct. | 21 oct. | 18 oct. | 30 oct. | 7 nov. |
| Amidon | 3,3 | 2,8 | 2,2 | 1,6 | 2,1 | 1,1 | 0,8 |
| Saccharose | 3,2 | 4,3 | 3,6 | 3,0 | 3,7 | 3,0 | 2,5 |
| Sucre inverti | 8,2 | 8,6 | 8,7 | 8,9 | 8,6 | 9,3 | 9,5 |

» Il semble donc que l'on retrouve, dans la maturation de la pomme cueillie, les transformations que l'on observe en étudiant la pomme mûrissant sur l'arbre. La quantité d'amidon accumulée dans le fruit vert diminue, et cet appauvrissement coïncide avec l'augmentation du saccharose et du sucre inverti; puis ces sucres disparaissent à leur tour, par le fait même de la respiration. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure intime des plaques terminales des nerfs moteurs des muscles striés*. Note de M. Charles Rouget, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Lorsque, dans une Communication à l'Académie en 1862, je fis connaître l'existence des plaques terminales des nerfs moteurs chez les Vertébrés supérieurs, j'affirmais que cette plaque d'*apparence granuleuse* était la continuation du cylindre-axe, et constituée par la même substance que lui. Une opinion contraire, émise d'abord par Hühne qui prétendait que la substance granuleuse n'était que le support (*Plattensöhle*, pied de la plaque) de la véritable plaque nerveuse, constituée par des fibres pâles plus ou moins ramifiées (arborisations), ne tarda pas à prévaloir en Allemagne et même en France.

» Dès 1866, je présentai à l'Académie, avec des photographies microscopiques à l'appui, une Note établissant que « les fibres pâles et sans » moelle qui pénètrent dans la plaque ne sont pas distinctes de la sub- » stance granuleuse fondamentale de la plaque et se continuent avec elle » comme les nervures d'une feuille avec le limbe ...; que les divisions ter- » minales du cylindre-axe du tube nerveux moteur constituent, en s'ana- » stomosant et se fusionnant, l'expansion terminale de substance finement » granuleuse. »

» Mais comment s'établissent les connexions entre les dernières divisions visibles des fibres pâles et la substance d'apparence granuleuse? quels sont les éléments qui constituent cette couche de la plaque terminale, la plus importante de toutes, puisque c'est en elle que se fusionnent toutes les divisions du cylindre-axe, et que, de plus, c'est elle qui est en rapport intime, en contact immédiat, avec la substance contractile? C'est seulement dans l'hiver de 1880 que j'obtins une solution complète de ce problème délicat. Depuis cette époque, j'ai pu, à plusieurs reprises, démontrer aux auditeurs de mes cours au Muséum la véritable structure des plaques terminales motrices, à l'aide de projections de clichés photographiques, images directes de mes préparations microscopiques.

» Ce sont les planches phototypiques, reproduction exacte de ces clichés et de mes préparations, sans aucune retouche, et sans autre intermédiaire que la lumière, que je mets sous les yeux de l'Académie. De leur examen on peut, je crois, conclure sans hésitation : 1° que les plaques

terminales forment un tout compact et bien limité, ne présentant entre les éléments qui les constituent ni ces lacunes, ni ces intervalles vides que présentent les images des préparations au chlorure d'or (*arborisations* de Ranvier). Ces ramifications du cylindre-axe sont, jusqu'à leur terminaison ultime, juxtaposées, pressées les unes contre les autres.

» Les divisions de premier ordre du cylindre-axe forment déjà par leurs anastomoses un plexus rétiforme à grandes mailles, d'où se détachent des ramifications de plus en plus fines qui forment, par leurs anastomoses plus serrées, des arcades (vues de profil) ou un réseau (vues de face) à mailles fermées.

» Ce sont les images imparfaites de ces arcades ou de ces réseaux, ou celles de la coupe optique des filaments qui les forment, qui ont donné l'illusion de l'aspect granuleux ou de prétendus cils (*Ciaccio, Krause*). C'est en effet ce réseau terminus qui, en contact immédiat avec la substance contractile, constitue en réalité la substance granuleuse, la prétendue *semelle de la plaque*. Il est de tous points semblable à celui que j'ai décrit comme lame nerveuse terminale de la plaque électrique de la torpille; il est, de plus, son équivalent physiologique. Les plaques terminales reproduites par les photographies ci-jointes proviennent, les unes (1880) des muscles costo-peauciers de *Coluber natrix*, les autres des muscles de la cuisse de *Lacerta ocellata* (1866) traités tantôt par l'acide chlorhydrique dilué au $\frac{1}{1000}$, tantôt par une solution saturée de sel marin à 25 pour 100 et, dans ce dernier cas, soumis à un lavage assez rapide avec la solution au $\frac{1}{1000}$ d'acide chlorhydrique. Les muscles étaient pris sur l'animal vivant fortement curarisé. »

ZOOLOGIE. — *Sur les nématodes des glandes pharyngiennes des Fourmis* (Pelodera sp.). Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les glandes pharyngiennes des Fourmis (*Formica rufa* L., *Lasius flavus* Fab., etc.) renferment, parfois en nombre considérable, des *Rhabditis* appartenant au sous-genre *Pelodera* Schn.

» La cuticule chitineuse du pharynx des Fourmis constitue un squelette rigide, sur lequel vient s'insérer tout un système de muscles servant à lui imprimer les mouvements de dilatation et de constriction qui produisent l'aspiration et le refoulement des liquides nutritifs. Sa forme est aplatie

dans le sens dorso-ventral et sa partie la plus éloignée de la bouche forme latéralement deux angles où débouchent les deux glandes pharyngiennes (*glandulæ verticis,* Meinert, 1860, Pl. I, fig. 1 et 2). Ces deux glandes ont chacune la forme d'un sac très ramifié. Chez la *Formica rufa,* ces sacs se divisent immédiatement en un grand nombre de tubes cylindriques dont une partie descendent devant les ganglions optiques, tandis que le plus grand nombre s'étalent au-dessus du cerveau et le séparent des téguments. Ces tubes s'étendent jusqu'au voisinage des ocelles.

» Si l'on enlève avec soin les téguments de la partie supérieure de la tête, on met ces glandes à nu et en sectionnant le tube digestif d'un côté, près de la bouche, de l'autre à sa sortie du trou œsophagien, on peut les enlever en même temps que le pharynx. Ayant effectué cette opération sur une *Formica rufa* et ayant déposé la préparation dans une goutte d'eau, les deux glandes examinées avec un faible grossissement se sont présentées sous la forme de deux bouquets de tubes d'un beau jaune, rappelant l'aspect d'une Actinie à nombreux tentacules qui serait légèrement contractée, de manière à ne pas laisser voir sa bouche. La ressemblance était d'autant plus marquée que tous les tubes étaient animés de mouvements de flexion et de balancement.

» L'examen fait à un plus fort grossissement me fournit immédiatement l'explication de ces mouvements. Chaque tube était occupé par un ou plusieurs *Rhabditis,* dont il reproduisait tous les mouvements. Une légère pression sur la lamelle qui recouvrait la préparation suffit pour faire sortir environ une cinquantaine de ces parasites, tandis qu'il en restait encore un plus grand nombre dans l'intérieur des tubes.

» J'ai fait la même opération sur un bon nombre d'individus pris dans le même nid artificiel. Tous m'ont fourni le même résultat : la colonie tout entière était bien réellement infestée. Malgré cet envahissement, les fourmis étaient en bon état et paraissaient bien portantes.

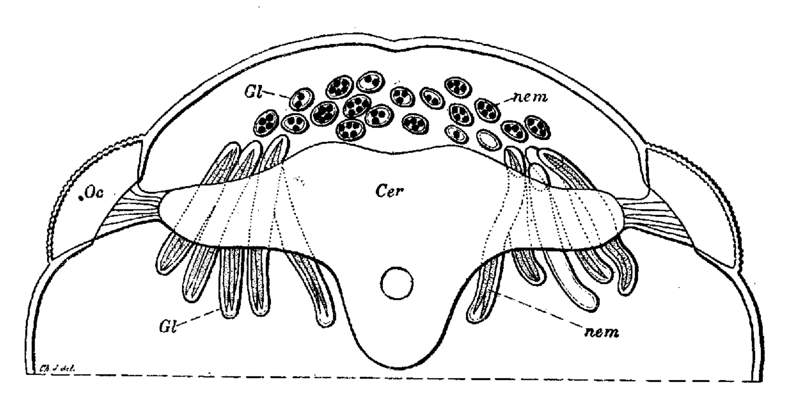
» La même recherche, faite sur plusieurs individus de la même espèce mais provenant d'une autre localité et élevés dans un autre nid artificiel, demeura sans résultat.

» L'habitat de ces parasites dans les glandes pharyngiennes des fourmis rappelle celui du *Leptodera flexilis* Duj., qui vit dans les glandes salivaires du *Limax cinereus*.

» Pour obtenir en grand nombre les nématodes des glandes pharyngiennes d'une *Formica rufa,* il suffit de dissocier sans aucune précaution particulière la tête d'un individu pris dans un élevage infesté de ces parasites. Examinés immédiatement, ils montrent généralement une coloration jaune, produite par le liquide qui remplit leur tube digestif et qui n'est autre que le liquide sécrété par la glande qu'ils habitaient.

» Dans le nid artificiel qui m'a fourni ces *Formica rufa* infestées, il y

avait, au milieu d'une des chambres, un petit tas de détritus humides, où j'ai trouvé, également en grande abondance, des nématodes libres, sexués, beaucoup plus grands que ceux des glandes pharyngiennes et bien pourvus de produits génitaux. Les préparations me montrèrent aussi un grand nombre d'œufs et de très jeunes vers.




*Coupe transversale de la tête d'une* Formica rufa, *ouvrière envahie par des nématodes.*

*Gl.* Tubes des glandes pharyngiennes.
*Nem.* Nématodes logés dans ces tubes.
*Cer.* Cerveau.
*Oc.* Yeux.

» Ainsi que je m'en suis assuré, les nématodes des glandes pharyngiennes représentent un état larvaire des individus sexués vivant à l'état libre dans les détritus des nids.

» Pour isoler ces derniers en grand nombre, il suffit d'envelopper une petite quantité des détritus où ils vivent dans un linge fin mouillé, d'en former un petit nouet de la grosseur d'un pois et de le suspendre au contact d'une goutte d'eau placée sur une lame de verre. Au bout de quelques heures, la goutte d'eau est remplie de *Rhabditis*.

» M. J.-G. de Man et M. R. Blanchard ont examiné les *Pelodera* que m'ont fournis les *Formica rufa*. Il résulte de leur examen que ces nématodes constituent probablement une espèce nouvelle [1].

» J'ai encore trouvé des nématodes assez fréquemment dans les glandes

[1] En présence d'une réserve aussi rare que celle de M. Janet qui, trouvant une espèce dite nouvelle, ne s'empresse pas de la nommer, il est juste de la lui dédier. C'est donc *Pelodera Janeti* qu'on propose de dire, sauf cependant en tenant compte des observations que pourrait faire l'auteur de la découverte du nématoïde. H. de L.-D.

pharyngiennes des *Lasius flavus*. Dans les nids artificiels où j'élève cette espèce, les nématodes libres provenant des nématodes des glandes pharyngiennes se retrouvent principalement à la surface de la ouate qui garnit le petit abreuvoir où les fourmis vont boire.

» La dissociation de l'abdomen d'un certain nombre des *Formica rufa* ne m'a jusqu'ici fourni aucun nématode, même lorsque la tête des individus ainsi examinés en contenait un grand nombre.

» Les *Lasius flavus*, sur l'abdomen desquels j'ai fait la même recherche, m'ont donné le même résultat négatif, sauf une seule ouvrière de cette espèce, chez qui j'ai rencontré un nématode relativement énorme (longueur du ver 16$^{mm}$, longueur de l'abdomen de la fourmi où il était logé 2$^{mm}$). Ce nématode paraît être un Mermis. »

ZOOLOGIE. — *Sur le polymorphisme du* Peridinium acuminatum *Ehr.* Note de M. **Georges Pouchet**.

« Pour aucun des êtres appartenant au groupe naturel des Péridiniens (auxquels il convient de joindre les *Noctiluques*), on ne connaît le cycle complet ramenant une des formes observées à elle-même. On sait d'ailleurs que les faits de multiplication observés chez ces êtres peuvent s'accompagner de modifications morphologiques considérables, comme nous l'avons montré sur la forme de *Gymnodinium pulvisculus* Nob., parasite des Appendiculaires.

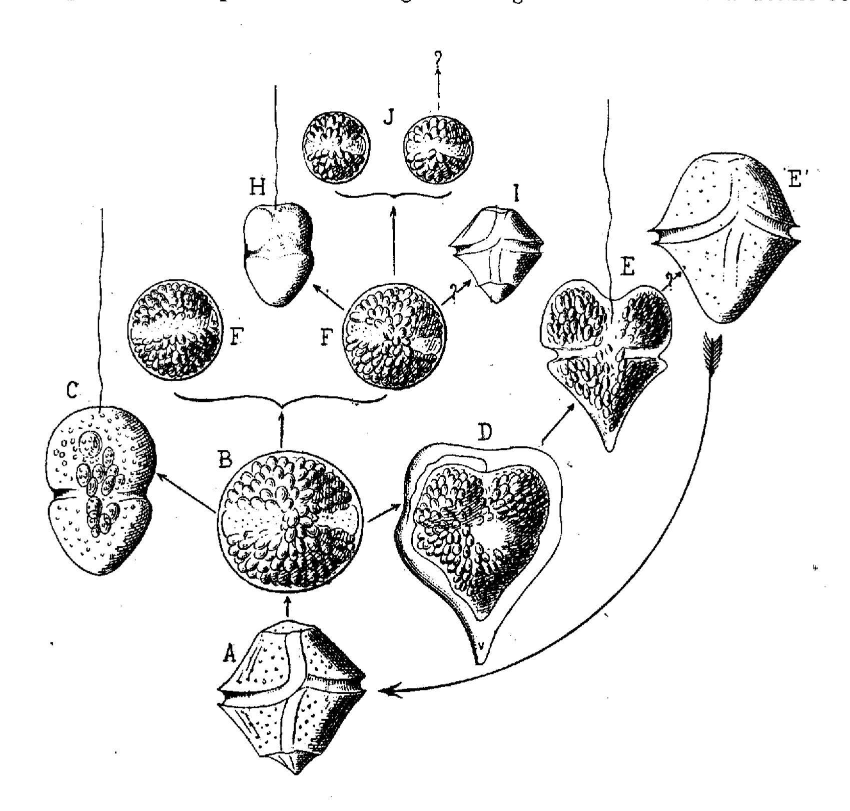
» Le *Peridinium acuminatum* Ehr. étant apparu momentanément en extrême abondance dans les eaux de la baie de Concarneau (août 1893), nous avons tenté un essai de culture, qui a en partie réussi, et nous a permis de constater que cette espèce, comme *Noctiluca miliaris* et *Gymnodinium pulvisculus*, présente un polymorphisme des plus complexes, au point de troubler complètement les groupements taxonomiques adoptés jusqu'ici pour les Péridiniens.

» La figure ci-jointe indique schématiquement les formes diverses sous lesquelles *Peridinium acuminatum* Ehr. s'est montré à nous, et leur succession.

» Nous avons vu, dans nos cultures, *Peridinium acuminatum* Ehr. (A) abandonner presque aussitôt son test et prendre la forme sphérique et immobile représentée en B. Dans cet état, B est enveloppé d'une membrane kystique très mince,

d'où il peut sortir sous la forme nue et mobile C qui devrait, en raison de ses caractères, être rapportée au genre *Gymnodinium*.

» Suivant une autre évolution, la forme sphérique et immobile B peut prendre l'apparence D, que nous avions observée déjà et décrite sous le nom de *Glenodinium turbo* Nob., remarquable par une enveloppe kystique éloignée du corps de l'être, mais en reproduisant cependant la configuration générale. L'être abandonne ce kyste




sous une forme gymnodiniale E, très différente de C. Il est possible, mais nous n'en avons pas pu acquérir la certitude, que, sous cette forme, *P. acuminatum* Ehr. reproduise son test polyédrique, dont l'épaisseur serait d'abord très mince, les angles émoussés et les contours indécis (E'). Ce serait un retour à la forme A sans perte de volume.

» Suivant une troisième évolution, B peut se segmenter et donner naissance à deux êtres sphériques et immobiles, F homœomorphes de B. La forme F à son tour nous a présenté trois modes différents d'évolution et de transformation : 1° elle peut donner un *Gymnodinium* H, homœomorphe de C, mais d'un volume moitié moindre; 2° (douteux?) elle peut s'envelopper d'un test solide (I) tout semblable à A, mais de volume moitié moindre; 3° elle peut se segmenter en deux êtres sphériques, homœomorphes de F et de B, et dont nous n'avons pu suivre l'évolution. Nous avons des raisons de

penser qu'il peut en sortir un *Gymnodinium* homœomorphe de H (et par conséquent de C), mais de volume moitié moindre.

» En somme, notre culture nous a mis en présence de huit formes A, B, C, D, E, F, H, J, *au moins*, sous lesquelles *P. acuminatum* Ehr. s'offre à nous, et dont trois tout au moins, C, E, H, devraient prendre place dans un genre différent, d'après la classification actuellement admise pour les Péridiniens.

» Il convient d'observer que C et H d'une part, B, F et J d'autre part, sont des formes en réalité distinctes bien qu'homœomorphes, H n'étant jamais appelé à grandir et à devenir C. De même pour J, F, B; de même pour I et A. Nous avions déjà montré, dans *G. pulvisculus*, un exemple remarquable de cette régulière et rapide décroissance de volume chez les individus issus de segmentation, tout à fait comparable à la décroissance de volume des premières sphères de segmentation du vitellus des Métazoaires. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'extrémité nord-est du massif du mont Blanc.* Note de MM. **L. Duparc** et **L. Mrazec**, présentée par M. Fouqué.

« Dans une précédente Note, nous avons donné la description pétrographique des éclogites du Greppon et de Trient. Depuis lors, nous avons continué nos recherches sur ces roches basiques, et d'une manière générale sur le versant nord-est du massif du mont Blanc. Ce versant, relativement moins couvert de glaciers que les parties centrales du massif, montre admirablement le contact de la protogine avec les roches cristallines. Celui-ci, après avoir remonté de l'Angle (mer de glace) sur l'arête qui va de l'Aiguille du Bochard aux Grands Moutets, se continue par les Rachasses et le glacier d'Argentières, traverse ce dernier, passe sous l'aiguille du Chardonnet et le massif du Tour et de là descend dans la gorge de Vesvet, puis il traverse le glacier de Trient pour aboutir au Durnant où la protogine atteint sa limite nord.

» Le contact paraît être souvent filonien, comme on le voit très bien dans le petit vallon de Vesvet, où il est identique au contact sous les Grandes Aiguilles.

» Du Col de Balme jusqu'à Vesvet, après avoir successivement traversé les calcaires gris du lias et la mince bande de cargneule triasique, on quitte les terrains sédimentaires pour pénétrer dans les micaschites granulitisés

et protoginisés qui passent par place à des facies franchement gneissiques (gneiss du bois à Magnin d'Alphonse Favre). Ce type se poursuit du Col de Balme jusqu'au Chalet des Grands, il a comme limite sud-est le vallon de Jorneretta et au sud-ouest le petit vallon situé entre les pâturages des Grands et les rochers de la Croix de Bron. Ces gneiss se retrouvent aussi dans les pâturages de Pétoude.

» Le glacier des Grands est séparé en deux bras par un massif rocheux dans lequel on observe des puissants filons d'une granulite à mica blanc qui traverse les schistes. L'un de ces bras donne naissance à la Jorneretta, l'autre au torrent du grand Jarret. Ces mêmes granulites se retrouvent dans les rochers qui bordent la rive droite du glacier qui descend dans le vallon de Vesvet.

» Ces granulites ont un aspect très particulier. Elles se distinguent de suite de celles qui percent la protogine. Généralement riches en microcline, elles traduisent leur abondance en minéralisateurs par la fréquence de la tourmaline. Ces granulites passent par place au type pegmatoïde : c'est à elles qu'il faut rattacher les grandes lentilles pegmatoïdes incluses dans les schistes, qui sont si fréquentes dans le massif de Trient.

» Dans l'arête rocheuse qui monte des Autannes de Pétoude au Pissoir (point coté 2778 sur la carte Sigfried), et qui forme la paroi ainsi que la rive gauche du glacier de Vesvet, nous avons retrouvé *en place* les éclogites signalées par A. Favre et étudiées par nous ensuite, mais dont la position exacte, à notre connaissance du moins, n'a jamais été déterminée. Ce gisement est curieux, les amphibolites et éclogites ne présentent pas de stratification apparente : ce sont de simples lentilles, enveloppées par de la granulite éruptive qui les disloque visiblement, sans toutefois donner naissance aux phénomènes d'injection et de résorption visibles en d'autres endroits, notamment à la base des Grandes Aiguilles.

» Toutefois l'abondance en quartz granulitique observable dans certaines variétés de ces éclogites, et la présence chez elles de certains minéraux caractéristiques des rochers acides semblent montrer que, si l'action de la roche éruptive n'a pas été aussi manifeste que sur d'autres points, elle n'est cependant pas absolument nulle. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des Alpes du Chablais et du Stockhorn, en Savoie et en Suisse.* Note de M. **Hans Schardt**, présentée par M. Daubrée.

« Les chaînes calcaires du versant nord des Alpes présentent, entre les vallées de l'Arve et du Giffre en Savoie et celle de l'Aar en Suisse, un segment intermédiaire (Préalpes romandes de M. Renevier, zone du Chablais de M. Diener) qui montre un contraste frappant avec les régions voisines.

» Les plis des Alpes d'Unterwald, au nord-est de l'Aar et ceux des Alpes du Faucigny, au sud-ouest du Giffre et de l'Arve, ne sont pas la continuation géologique des plis de cette zone, bien qu'elles en forment le prolongement topographique. Tout le long de cette zone, le flysch (éocène) de bordure est refoulé au-dessus du miocène, tandis que sur ce flysch se superposent, par contact anormal, tous les terrains du trias au flysch, en série normale, la largeur de ce recouvrement étant au moins de $10^{km}$. Le long des Alpes d'Unterwald et des chaînes du Faucigny, on trouve, au contraire, des contacts normaux ou de simples renversements entre le crétacique et le tertiaire.

» Dans la zone du Chablais, les plis sont souvent remplacés par des chevauchements, qui, en se multipliant, créent une *structure imbriquée*, tandis que dans les Alpes d'Unterwald et de leur prolongement les plis sont caractérisés par la rareté des ruptures et la fréquence des plis déjetés ou couchés en forme de lacets.

» Enfin le contraste le plus frappant existe dans les facies des terrains, surtout par la série crétacique et tertiaire. On peut dire que, du Chablais au Stockhorn, cette chaîne se présente comme *un morceau de terre étrangère, au milieu de la bordure calcaire des Alpes*.

» Cette anomalie, restée jusqu'ici énigmatique, se rattache, d'ailleurs, à d'autres problèmes d'une portée non moins vaste, tels que l'origine du flysch et de ses blocs erratiques, ou encore celle des *klippes*, de ces grands lambeaux à facies étranger, qui reposent, avec du trias à leur base, au milieu d'un entourage de terrains plus récents. L'interprétation qui me paraît aujourd'hui préférable consiste à envisager toute la région du Chablais et du Stockhorn comme *une vaste masse de recouvrement*.

» Mes propres études, poursuivies depuis plus de douze ans, m'ont prouvé que *tous les mouvements tectoniques ont agi, dans la région du Cha-*

*blais, du sud au nord.* Les mouvements inverses sont de simples réactions d'une importance secondaire. L'étude des facies montre également que le recouvrement, s'il a eu lieu, n'a pu venir que du sud.

» Le massif du Rhœtikon, formé de terrains triasiques et liasiques qui reposent sur le flysch et le crétacique des plis bordant les Alpes, tandis qu'au sud il s'appuie contre le massif cristallin de la Silvretta, peut alors nous représenter, en quelque sorte, la position de la zone du Chablais avant qu'elle se fût détachée du massif cristallin, qui jadis lui servit de base et qu'elle a laissé loin derrière elle au sud. On peut même se demander si la zone du Chablais ne serait pas simplement une continuation de la nappe de recouvrement du Rhœtikon, un segment de celle-ci qui se serait avancé plus loin vers le nord. Les lambeaux sans racines des Mythen, du Stanzerhorn, etc., en Suisse, les Almes et le mont Salève en Savoie, seraient des restes de la continuation orientale et occidentale de cette nappe.

» En opposant cette hypothèse à ma première manière de voir, la théorie du horst ou de la chaîne vindelicienne, je la trouve préférable à plusieurs points de vue.

» Le charriage, même sur la distance énorme de $40^{km}$ à $50^{km}$ qu'il faudrait admettre, suppose un mécanisme bien plus simple que celui d'un horst, d'abord surélevé, puis érodé et affaissé ensuite, sans compter que rien n'explique, dans ce dernier cas, la différence de facies des terrains du Chablais. Cette hypothèse, d'une grande nappe de recouvrement ayant avancé du centre de la chaîne des Alpes par-dessus la zone latérale nord, peut en même temps expliquer la formation du flysch. Le mouvement de cette nappe doit avoir commencé déjà avant la formation de ce terrain, qui s'est constitué précisément en profitant de ses débris. Le dernier plissement des Alpes a jeté une partie de cette nappe encore plus au nord, pardessus la zone du flysch et la zone du Faucigny-Underwald, jusqu'au contact des terrains miocènes et même plus loin (Niremont-Gurnigel).

» Cette hypothèse me force, par sa simplicité même, à abandonner ma première hypothèse. Elle explique la ressemblance de la brèche jurassique de la Hornfluh et du Chablais avec la formation bréchiforme du Briançon. Cette brèche jurassique forme elle-même *des nappes de recouvrement assez étendues et des lambeaux plus petits, reposant sur le flysch et le crétacique de la zone du Chablais,* soit en Chablais même, soit dans la région du Simmenthal.

» Elle explique encore l'analogie des roches cristallines du flysch avec celles des massifs du versant sud des Alpes; enfin les lambeaux cristallins

plus grands, le carbonifère de Tanninges et les lambeaux permiens, ne sont probablement que des débris plus volumineux entraînés par la nappe de recouvrement pendant qu'elle « rabotait » son soubassement. Leur facies rappelle tout à fait soit la protogine du mont Blanc, soit des roches cristallines de régions encore plus au sud, en particulier les roches basiques.

» Il y a, on le voit, deux phénomènes qui paraissent étroitement liés : la formation du flysch et les grands recouvrements. S'il en est ainsi, le problème trouvera la même solution, non seulement en Suisse et en Savoie, mais dans toutes chaînes du système alpin où existe la formation du flysch, avec ses blocs erratiques, ses klippes et ses îlots sans racines. L'avenir montrera si mes prévisions doivent se réaliser.

» En 1885 j'écrivais, à propos des grands blocs ou klippes dans le flysch ([1]) :

... » Pour eux la théorie du transport par les glaciers est la seule qui » puisse être invoquée, *à moins qu'il n'y ait des forces ou des phénomènes* » *dont la portée nous est encore inconnue, comme l'était celle du phénomène* » *glaciaire avant de Charpentier et Venetz.* »

» Ce phénomène, que je pressentais sans pouvoir le définir, nous le connaissons maintenant, grâce surtout aux beaux travaux de M. Marcel Bertrand : c'est le déplacement horizontal de nappes sédimentaires qui se meuvent, en profitant surtout des terrains friables et plastiques, tels que les dolomies et gypses du trias. M. Bertrand, en le démontrant dans la Provence, comme dans le bassin houiller du nord et en Écosse, a fait pour ce problème ce que Charpentier a fait en formulant l'hypothèse de l'époque glaciaire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'un nouveau dépôt préhistorique magdalénien dans la vallée de la Vézère.* Note de MM. **Paul Girod** et **Élie Massénat**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La *formation magdalénienne* de la Vézère est bien connue par l'étude approfondie du dépôt qui s'étend de Gorge d'Enfer à Laugerie Haute, en passant par la station classique de Laugerie Basse ([2]). Elle est caractérisée

---

([1]) *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*, t. XXII, p. 210.

([2]) P. Girod et Massénat, *Les Stations de l'Age du Renne dans les vallées de la Vézère et de la Corrèze.* Paris, 1890-1893.

non seulement par son industrie où figurent les harpons barbelés, mais surtout par les gravures et les sculptures.

» Entre cette formation, où les manifestations artistiques sont si développées, et la *formation solutréenne* de Laugerie Haute, il n'existait aucun intermédiaire, et il était impossible de concevoir les affinités réelles de ces deux formations. Notre dernière campagne, entreprise avec une importante subvention de l'Association française, nous a mis en possession d'une industrie humaine qui rattache étroitement le *solutréen* au *magdalénien* et permet d'assister aux premiers essais, substituant aux pointes de silex les armes fabriquées avec le bois de renne.

» C'est dans le cirque de Gorge d'Enfer que nous avons fait cette trouvaille. Rappelons que, sur ce point, le *magdalénien* qui remplissait la *Grande Grotte* se poursuit sous une galerie éboulée où nous avons exploré d'importantes stations. Le plancher de cette galerie est bordé par une prairie qui forme le fond du cirque. Or ce plancher constitue le plafond d'une galerie plus profonde qui disparaît sous les haies de ronces et d'épines, comblée en partie par les pierres rejetées du champ voisin. Nous avons voulu savoir ce que cachait cette galerie, et une large tranchée nous a permis de découvrir, sur plus de $10^{m}$, une couche vierge de remaniements.

» L'exploitation de cette couche nous a révélé une industrie spéciale, représentée par d'innombrables silex et par de nombreux instruments en bois de renne. Le travail du silex y est superbe : grattoirs simples, grattoirs effilés pour l'emmanchure, grattoirs doubles, lames tranchantes de toutes dimensions, lames incurvées, toutes les formes s'y trouvent, avec un fini qui dépasse de beaucoup celui des stations laugériennes; mais nous devons signaler le grand nombre de lames retouchées sur les bords, par de fins éclats, qui rappellent le travail solutréen; les tranchants sont égalisés et la pointe est très aiguë. De plus, cette station nous a donné une forme de grattoir absolument nouvelle pour la vallée de la Vézère : ce sont des *grattoirs incurvés* sur un bord. Les nombreuses pièces que nous possédons ne laissent aucun doute sur la forme voulue de l'instrument, taillé pour être manié par une seule main, droite ou gauche. Ce grattoir a $10^{cm}$ à $12^{cm}$ de longueur; large et arrondi dans la partie destinée au travail, il s'incurve, grâce à une entaille faite par l'enlèvement d'éclats sur un de ses bords; cette entaille répond à la place de l'index; elle est à droite sur les grattoirs destinés à la main gauche, à

gauche sur les grattoirs opposés. L'extrémité du manche, plus grêle, est arrondie pour reposer dans la paume de la main.

» A ces silex si parfaits, s'oppose un travail de l'os rudimentaire; nous n'avons relevé ni sagaies, ni flèches barbelées, ni dessins, ni gravures. Les pièces recueillies sont des pointes d'une forme particulière et quelques grossiers instruments en bois de renne, perçoirs, spatules, coins, phalanges de renne percées.

» Les *pointes en feuille de laurier,* fabriquées en bois de renne, méritent ce nom, car elles rappellent exactement par leur forme les *pointes solutréennes* en silex. Comme elles, elles sont de dimensions variables; la plus longue atteint $18^{cm}$, les plus courtes en ont 6 à 8. Toutes sont également aplaties, très aiguës à une extrémité, se renflant plus ou moins brusquement pour présenter une région large, et s'atténuent de nouveau pour l'emmanchure. C'est cette dernière extrémité qui est divisée longitudinalement, parallèlement aux faces, par une incisure de coupe triangulaire, qui permettait l'introduction, entre ses deux lèvres, de l'extrémité du manche découpé par un double biseau. La constance de la forme de cette disposition, l'allure générale de l'instrument montrent une affinité profonde avec la pointe en silex de la période précédente; l'emmanchure seule diffère pour se plier aux nécessités d'emploi de matières premières si différentes.

» La faune est magdalénienne : signalons une mâchoire de *Felis spelæus* et une incisive du même animal, avec trou de suspension.

» Des pointes de la forme en feuille de laurier de Gorge d'Enfer ont été trouvées dans plusieurs dépôts magdaléniens, à Laugerie, à Cro-Magnon, à Aurignac, à Châtelperron, mais elles n'ont pas été signalées comme faisant partie d'un ensemble déterminé.

» Notre découverte d'une station si bien délimitée, si précise par l'industrie que nous venons de décrire, nous permet de séparer du magdalénien une *zone inférieure,* caractérisée par ses grattoirs incurvés en silex et ses pointes en bois de renne, feuille de laurier, zone qui établit le passage direct entre le *solutréen* de Laugerie Haute et le *magdalénien* de Laugerie Basse. »

HYDROLOGIE. — *Sur la variation de la composition de l'eau des lacs avec la profondeur*. Note de M. A. **Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« On a, jusqu'à présent, admis que l'eau d'un même lac avait partout la même composition chimique. Cette assertion, fondée sur des raisonnements théoriques, est loin d'être exacte.

» Mes recherches ont porté sur six lacs : ceux d'Annecy, d'Aiguebelette (Savoie), de Nantua (Ain), de Saint-Point et de Remoray (Doubs), et du Crozet (Isère). Ce dernier lac se trouve dans le massif de Belledonne, à l'altitude de $1970^m$ environ. Quant aux autres, je les ai déjà décrits dans les *Comptes rendus* (1).

» J'ai trouvé que, dans tous ces lacs, la quantité de matières dissoutes par litre, déterminée par évaporation au bain-marie dans une capsule de platine et dessiccation dans l'étuve à 110°, était, pendant la saison chaude, sensiblement moindre dans les eaux superficielles que dans les eaux profondes. Le Tableau suivant permet de se rendre compte de la différence.

» *Lac d'Annecy* (prise faite le 18 août 1893). — Surface $0^{gr},138$ par litre; fond (2) $65^m$, $0^{gr},157$.

» *Lac d'Aiguebelette* (20 juillet et 19 août). — Surface $0^{gr},114$; $5^m$, $0^{gr},114$; $15^m$, $0^{gr},153$; fond $71^m$, $0^{gr},1605$.

» *Lac de Nantua* (22 octobre). — Surface $0^{gr},154$; $10^m$, $0^{gr},154$; $15^m$, $0^{gr},178$; $20^m$, $0^{gr},186$; fond $43^m$, $0^{gr},190$.

» *Lac de Saint-Point* (14 octobre). — Surface $0^{gr},152$; fond $40^m$, $0^{gr},182$.

» *Lac de Remoray* (14 octobre). — Surface $0^{gr},1605$; $15^m$, $0^{gr},180$; fond $27^m$ $0^{gr},205$.

» *Lac du Crozet* (8 juillet). — Surface $0^{gr},0275$; fond $37^m$, $0^{gr},0368$.

» La différence est surtout frappante pour les lacs encaissés ou peu allongés (Aiguebelette, Nantua, Remoray), où le brassage des eaux par les courants est faible et où, comme je l'ai déjà fait voir, la chaleur ne pé-

(1) *Comptes rendus*, 22 décembre 1890 et 4 janvier 1892.

(2) L'eau a été prise à $3^m$ ou $4^m$ au-dessus du fond pour éviter l'introduction de la vase dans la bouteille de Mill.

nètre pas dans les couches profondes (¹). Pour le lac d'Aiguebelette, les chiffres extrêmes sont presque dans le rapport de 2 à 3, rapport bien supérieur à celui trouvé pour l'eau de mer [3,79 à 3,98 pour la Méditerranée (²)]. La variation porte sur la chaux et la silice, la quantité de magnésie restant sensiblement la même (lacs d'Aiguebelette et de Remoray). L'eau de l'émissaire (mêmes lacs) a la même composition que l'eau de la surface.

» Les eaux ayant été recueillies pendant l'été et l'automne extraordinairement secs de 1893, il est impossible d'admettre que ce phénomène soit dû au mélange des eaux superficielles avec les eaux pluviales. Il n'est pas dû non plus à l'apport des affluents, car leur débit a été, pour certains lacs, insignifiant. Il n'y a pas davantage précipitation chimique par suite du réchauffement des couches superficielles, car l'eau du fond (4° à 6°), maintenue pendant longtemps à une température supérieure à celle de ces couches (25° au maximum), n'a donné aucun précipité. Je pense avec le Dr Duparc, de l'Université de Genève (³), qu'il y a absorption de matière, et principalement de carbonate de chaux, par la vie organique, plus intense à la surface que dans les profondeurs.

» Il est probable que, pendant l'hiver, la différence signalée s'atténue considérablement, car, d'une part, les eaux superficielles, par suite du refroidissement, s'alourdissent et tombent pour se mélanger avec les eaux profondes; d'autre part, la vie organique se ralentit. Je me propose de poursuivre cette étude l'hiver prochain. »

M. **Franz Lesska** adresse une Note relative à une formule d'intégration.

M. **C.-G. Losada** adresse une Note relative aux expériences de MM. *Gley* et *Charrin*, sur « Les influences héréditaires expérimentales ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

---

(¹) *Comptes rendus*, 4 janvier 1892.

(²) J. Luksch, *Physikalische Untersuchungen im Œstlichen Mittelmeer*. Vienne, 1892.

(³) *Comptes rendus*, 1er février 1892.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 novembre 1893.

*Traité de Zoologie*, par Edmond Perrier, Membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle. Fascicule III : *Arthropodes et Vers*. Paris, F. Savy; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

*Revue maritime et coloniale*, couronnée par l'Académie des Sciences, le 28 décembre 1874. Tome CXIX. Novembre 1893. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

*Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet* 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Années 1889-1890. Paris, Imprimerie nationale; 7 vol. in-4°.

*La synthèse de l'Univers*. Essai par J. Daudel, membre de plusieurs Sociétés savantes et correspondant de la *Revue homéopathique française*. Montpellier, Ricard frères, 1893; 1 vol. in-18.

*The life-romance of an algebraist*, by George-Winslow Pierce. Boston, Cupples; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

*Upsala Universitets Arsskrift*, 1892. Upsala; 1 vol. gr. in-8°.

## ERRATA.

(Séance du 13 novembre 1893.)

Note de M. *Salvador Bloch*, Mesure du pouvoir absorbant pour la lumière, etc. :

Page 662, ligne 20, *au lieu de* pour ces faibles incidences, *lisez* pour les faibles incidences.

Même page, ligne 24, *au lieu de* lumière réfléchie par la force, *lisez* lumière réfléchie par la face.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 NOVEMBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. le D[r] **Potain**, dans la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Charcot*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Potain** prend place parmi ses Confrères.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ulrich Duhring** adresse une réclamation de priorité au sujet de la « loi des températures correspondantes des vapeurs saturées ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Sarrau).

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Finances**, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, invite l'Académie à désigner deux de ses Membres pour faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, en remplacement de MM. *Troost* et *Schützenberger*, dont les pouvoirs sont sur le point d'expirer.

M. le **Maire d'Angers** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de la statue de *Chevreul*, qui doit avoir lieu le 3 décembre prochain.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'enregistrement des éléments variables du Soleil.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« La méthode du spectroscope à deux fentes mobiles a été indiquée par M. Janssen en 1869 pour la photographie des protubérances; mais elle n'a pu au début leur être appliquée à cause de la très faible sensibilité des plaques pour la raie rouge de l'hydrogène.

» En 1891, M. Hale, d'abord, et moi-même ensuite, avons annoncé, d'après des recherches indépendantes, que les raies violettes H et K du calcium assurent la photographie des protubérances; j'ai indiqué de plus qu'un spectroscope de très faible dispersion pouvait être employé, qualité toute spéciale à ces raies et précieuse, comme on le verra plus loin.

» Mais le spectre des taches voilées de rose et des facules offre, au milieu des larges raies noires H et K, une raie brillante qui est simple avec une faible dispersion, et qui, avec un appareil plus puissant, se dédouble et apparaît renversée. Cette raie brillante annonce une flamme gazeuse au-dessus de la facule. J'ai présenté ce résultat et cette interprétation à l'Académie le 8 février 1892, en indiquant son application à la recherche des flammes projetées sur le disque, et l'usage du spectroscope à deux fentes. Presque en même temps M. Hale présentait des résultats presque semblables, mais sans les interpréter de cette manière et sans annoncer la raie noire centrale. J'étudiais alors la distribution des flammes sur le disque, avec un simple spectroscope ordinaire, en déplaçant à la main la plaque et en même temps le Soleil sur la fente, de quantités égales.

J'ai reconnu ainsi que ces flammes, qui sont des protubérances, formaient en avant et en arrière de la grande tache de février une série continue, et constituaient un véritable anneau dans l'atmosphère solaire. Ce résultat est le premier dû à la nouvelle méthode qui ait été publié (*Comptes rendus*, 14 mars 1892). M. Hale, de son côté, faisait mieux encore pour l'étude des formes, en réalisant un spectroscope automatique à deux fentes et à mouvement continu, qui donne l'image des flammes sur le disque entier. Enfin, j'ai obtenu cette année les crédits nécessaires à la construction de ces spectroscopes spéciaux et réclamés dès le premier jour. Je présente à l'Académie les premiers résultats obtenus, qui diffèrent de ceux publiés par M. Hale.

» Tout d'abord je maintiens ma première interprétation qui est seule admissible. M. Hale considère les raies brillantes comme dues aux facules elles-mêmes et appelle les photographies correspondantes *photographies de facules*. Mais les facules sont par définition les plages brillantes de la surface solaire et correspondent aux parties élevées de la photosphère. La raie brillante ne peut qu'annoncer une flamme gazeuse au-dessus de la facule. Il n'y a pas, d'ailleurs, comme l'écrit M. Hale, identité entre les formes des flammes et des facules, mais accord général, et cela est tellement vrai que les flammes apparaissent souvent au-dessus des taches qui sont le contraire des facules. D'après mes recherches, il est plus juste de dire que les facules sont comme un squelette auquel les flammes se fixent en le recouvrant. De plus, les raies brillantes offrent, quoique très rarement, de petits déplacements par rapport aux raies noires; ce qui implique la séparation avec la facule. En résumé, je propose à la place du nom de *facule*, celui de *flamme faculaire* qui est en accord avec les faits et évite toute confusion.

» Ces flammes sont des protubérances projetées sur le disque. Elles en ont la composition, l'hydrogène apparaissant uni au calcium dans les taches voilées de rose, et dans les renversements partiels des facules. L'analyse de la raie du calcium dans les protubérances permet de prévoir le renversement double au-dessus des facules; cette raie est en effet large et intense à la base des protubérances, mince et faible à la partie supérieure; lorsque la protubérance est sur le disque, la partie basse la plus intense donne la raie large, dont le centre est absorbé par la partie supérieure.

» D'autre part, d'après les photographies nombreuses faites à Stonyhurst, Chicago et Paris, ces raies du calcium, très nettes au-dessus des facules, apparaissent sur tout le disque, mais faibles ou à peine perceptibles. Ces petits renversements correspondent aux faibles protubérances et à la chro-

mosphère elle-même. En résumé, un spectroscope à deux fentes, capable d'intégrer tous ces renversements, *donne l'image exacte de la chromosphère, telle que la verrait un œil sensible seulement pour le violet extrême, la photosphère étant enlevée*.

» Cependant, comme l'a fait remarquer M. Fizeau, les protubérances sont des étincelles électriques. Les faits précédents permettent d'étendre et de préciser ce rapprochement. Les étincelles solaires sont surtout intenses et hautes au-dessus des facules, qui sont les parties élevées de la photosphère, il en est de même sur la Terre où, dans la montagne, les courbes équipotentielles sont plus rapprochées et les orages électriques plus fréquents que dans la plaine. Les deux phénomènes sont semblables et leur étude simultanée sera profitable à chacun.

» Ces photographies de la chromosphère peuvent servir, en particulier, à rechercher et à préciser la relation entre les variations de la surface solaire et du magnétisme terrestre. Mais cette importante question sera élucidée seulement lorsque les observations solaires seront continues comme les observations magnétiques, et s'appliqueront à tous les éléments variables de la surface solaire, c'est-à-dire : 1° à la photosphère, à ses taches et à ses facules, par la photographie ordinaire; 2° à la chromosphère et à ses flammes données par le mouvement continu des spectroscopes à deux fentes; 3° aux mouvements par rapport à la Terre de la photosphère et de la chromosphère, donnés aussi par des spectroscopes spéciaux.

» Pour la photographie de la chromosphère, M. Hale emploie la plus forte dispersion de son grand spectroscope à réseau, soit le spectre de quatrième ordre. Or la théorie et l'expérience me conduisent à la conclusion contraire : *une faible dispersion est bien préférable*. Théoriquement, la netteté la plus grande et l'intensité réelle des flammes seront obtenues lorsque la fente devant la plaque sera aussi large que la fente du collimateur, et contiendra toute la raie de la flamme et nulle autre lumière. Ces conditions sont impossibles à réaliser exactement, mais on s'en approche d'autant plus que les fentes sont plus fines et la dispersion plus faible. Car la raie s'élargit avec la dispersion; une fente fine ne reçoit plus alors qu'une partie de la raie trop large ou déplacée; ou même ne reçoit que la raie noire centrale. Pour la même raison, le mouvement des fentes adopté par M. Hale, qui exige un élargissement supplémentaire de la seconde fente, doit être écarté.

» J'ai obtenu cet été des photographies de la chromosphère montrant tous les détails avec un sidérostat, un simple miroir de six pouces, et un

spectroscope, à un seul prisme, donnant un écartement des raies H et K de $2^{mm}$ seulement. L'image donnée par la seconde fente, après un grossissement direct de trois fois, est circulaire, le diamètre étant de 0,06 à 0,07.

» Pour la photographie des mouvements, il convient, au contraire, d'employer une forte dispersion, une seconde fente très large et un mouvement discontinu formé d'arrêts et de déplacements égaux. J'emploie donc deux spectroscopes, l'un de faible, l'autre de grande dispersion. Pour simplifier, je les dispose de manière qu'ils reçoivent simultanément la lumière d'une même image du Soleil, fournie par un sidérostat et un seul objectif. Ils se déplacent ensemble à la même vitesse moyenne, le premier ayant un mouvement uniforme, et le second un mouvement uniformément variable.

» La marche continue de l'appareil est relativement facile à organiser; elle exigera seulement une forte dépense annuelle; mais elle fournira des documents importants, utiles à toutes les recherches présentes et futures, et constituant en quelque sorte l'histoire complète du Soleil. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations et les fonctions implicites.* Note de M. **Pellet**.

« 1. Si la fonction $F(y)$, holomorphe dans un cercle de rayon R, $|y| < R$, s'annule pour $n$ valeurs de $y$ intérieures au cercle de rayon $r_1$ et n'admet aucune racine dans la couronne comprise entre les cercles de rayon $r_1$ et $r_2$, $r_1 < |y| < r_2 < R$, on a, d'après un théorème de M. Weierstrass,

$$F(y) = Cf(y)\,e^{G(y)} \tag{1}$$

pour les valeurs de $y$ de module inférieur à $r_2$; c'est une constante, $f(y)$ un polynôme entier de degré $n$ en $y$ dont le premier coefficient est l'unité, et $G(y)$ une fonction holomorphe de $y$ dans le cercle de rayon $r_2$, s'annulant avec $y$. Cette fonction $G(y)$ peut s'obtenir directement, par un calcul algébrique, lorsque, la fonction $F(y)$ étant

$$a_0 + a_1 y + a_2 y^2 + \ldots + a_n y^n + \ldots,$$

l'équation

$$0 = \alpha_0 + \alpha_1 y + \ldots + \alpha_{n-1} y^{n-1} - \alpha_n y^n + \alpha_{n+1} y^{n+1} + \ldots \tag{2}$$

a une racine positive; $\alpha_i$ désigne le module de $a_i$, ....

» Posons

$$P = P(y) = \frac{a_0 + a_1 y + \ldots + a_{n-1} y^{n-1}}{a_n y^n},$$
$$Q = Q(y) = \frac{1}{a_n}(a_{n+1} y + a_{n+2} y^2 + \ldots + a_{n+i} y^i + \ldots).$$

» La série à double entrée

$$(P+Q) - \frac{1}{2}(P+Q)^2 + \frac{1}{3}(P+Q)^3 - \ldots + \frac{(-1)^{i-1}}{i}(P+Q)^i + \ldots$$

est absolument convergente pour les valeurs de $y$ ayant un module compris entre $\rho_1$ et $\rho_2$, les deux racines positives de l'équation (2), ou si celle-ci n'a qu'une racine $\rho_1$, entre $\rho_1$ et un nombre $\rho_2$ inférieur au rayon de convergence de la série formée par le second membre. Ordonnons-la suivant les puissances positives et négatives de $y$; $G(y)$ est égale à la série formée par les termes contenant $y$ à une puissance positive. On a donc

$$G(y) = (1+Q)e^{G_1(y)},$$

$G_1(y)$ étant formée par les termes contenant $y$ à une puissance positive dans la fonction

$$-\frac{1}{2}[(P+Q)^2 - P^2 - Q^2]$$
$$+ \frac{1}{3}[(P+Q)^3 - P^3 - Q^3] - \ldots + \frac{(-1)^{i-1}}{i}[(P+Q)^i - P^i - Q^i] + \ldots.$$

» Le premier membre de l'équation $f(y) = 0$ s'obtiendra en développant suivant les puissances croissantes de $y$ le rapport

$$\frac{F(y)}{a_n + a_{n+1} y + a_{n+2} y^2 + \ldots + a_{n+i} y^i + \ldots},$$

jusqu'au terme en $y^n$, puis multipliant le polynôme obtenu par $e^{-G_1(y)}$ et se bornant encore dans ce produit aux termes contenant $y$ à une puissance inférieure a $n+1$.

» Posons

$$\pi = \frac{\alpha_0 + \alpha_1 \rho + \ldots + \alpha_{n-1}\rho^{n-1}}{\alpha_n \rho^n},$$
$$\chi = \frac{1}{\alpha_n}(\alpha_{n+1}\rho + \ldots + \alpha_{n+i}\rho^i + \ldots).$$

» Si l'on néglige le facteur $e^{-G_1(y)}$, l'erreur commise sur chacun des coefficients de l'équation $f(y) = 0$ est inférieure en valeur absolue à la

plus petite valeur de

$$\frac{2\pi^2\chi}{1-\pi-\chi},$$

lorsque $\rho$ varie de $\rho_1$ à $\rho_2$; c'est aussi l'ordre de l'erreur commise sur les racines simples de l'équation $f(y) = 0$.

» Si l'on pose $G_1(y) = G_2(y) + G_3(y)$, $G_3(y)$ étant la portion de $G_1(y)$ provenant de la série

$$\frac{(-1)^{i-1}}{i}[(P+Q)^i - P^i - Q^i] + \frac{(-1)^i}{i+1}[(P+Q)^{i+1} - P^{i+1} - Q^{i+1}] + \ldots,$$

et qu'on prenne pour le facteur $e^{-G_2(y)}$ au lieu de $e^{-G_1(y)}$, l'erreur commise est inférieure en valeur absolue à

$$2\frac{\pi^2\chi(\pi+\chi)^{i-2}}{1-\pi-\chi}.$$

» 2. L'équation $F(y) = 0$ peut ne pas posséder la propriété supposée au numéro précédent; mais, dans tous les cas, en effectuant d'après la méthode de Graff et de M. Carvalho (Thèse, 1889) la transformation $z = y^k$, $k$ nombre entier positif, on arrivera à une équation jouissant de cette propriété pour les valeurs de $k$ supérieures à une certaine limite. On le voit aisément en s'appuyant sur le théorème de M. Weierstrass.

» Soit, par exemple, l'équation $x^4 - x + 1 = 0$; la transformée en posant $y = -x^{32}$ est

$$y^4 - 300y^3 + 48830y^2 - 83y + 1 = 0.$$

» La puissance 64$^{\text{ième}}$ du module des racines de plus grand module est égale, pour l'équation en $x$, à

$$48830 - \frac{300.83+1}{48830} + \left(\frac{300}{48830}\right)^2$$

avec une erreur inférieure en valeur absolue à $\frac{1}{2.10^9}$, nombre inférieur à celui qu'on obtient en substituant 2 à $\rho$ dans

$$\frac{2\pi^2\chi}{1-\pi-\chi}.$$

» 3. On est manifestement dans le cas du n° 1 lorsque les coefficients $a$ sont des fonctions holomorphes d'un nombre quelconque de variables pour les valeurs voisines de 0, $a_0$, $a_1$, ..., $a_{n-1}$ s'annulant et $a_n$ ne s'annulant pas lorsque toutes ces variables s'annulent.

» Ainsi pour l'équation $x - t\varphi(a+x) = 0$, on obtient pour l'inverse de la racine qui s'annule avec $t$

$$\frac{1}{t\varphi(a)} - \frac{\varphi'(a)}{\varphi(a)} - t\frac{\varphi''(a)}{2} \cdots - \frac{t^i}{2.2.3\ldots(i+1)} \frac{d^{i+1}\varphi^i(a)}{i d^{i+1} a} - \cdots \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces admettant des cubiques gauches pour lignes asymptotiques*. Note de M. **Blutel**, présentée par M. Darboux.

« Je me suis proposé d'étudier les surfaces S dont les lignes asymptotiques d'un système sont des cubiques gauches ; je suis arrivé aux résultats suivants :

» 1° Les cubiques asymptotiques ont quatre courbes enveloppes; le plan osculateur d'une cubique est le même que celui de son enveloppe en chacun des quatre points de contact.

» 2° Les lignes asymptotiques du second système partagent homographiquement les cubiques du premier système.

» Parmi ces surfaces, il en existe dont les lignes asymptotiques des deux systèmes sont des cubiques gauches, de sorte que les asymptotiques d'un système quelconque partagent homographiquement les asymptotiques de l'autre.

» 3° Si l'on suppose la surface S rapportée à ses deux systèmes de lignes asymptotiques, les valeurs générales des quatre coordonnées homogènes d'un point de cette surface dépendent de six fonctions arbitraires; *la recherche de ces valeurs n'exige que des résolutions d'équations du premier degré et des quadratures*.

» La première propriété s'étend aux surfaces ayant un système de lignes asymptotiques composé de courbes unicursales d'ordre supérieur à 3, à condition, toutefois, que ces courbes ne présentent ni rebroussement, ni inflexion.

» Je me propose de développer prochainement l'étude de ces propriétés. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le clapotis*. Note de M. **E. Guyou**.

« Le mouvement oscillatoire des liquides désigné sous ce nom a été étudié par M. Boussinesq, qui en a donné les lois avec une approximation

du second ordre dans le cas où la hauteur des ondes est petite par rapport à leur longueur.

» Les résultats de M. Boussinesq offrent un accord si remarquable avec ceux qu'a obtenus M. Marey par sa méthode chronophotographique, qu'il était vraisemblable qu'une petite modification dans les équations du mouvement suffirait pour les amener à satisfaire exactement aux lois de l'Hydrodynamique. On y arrive, en effet, en substituant une fonction elliptique à la fonction circulaire qui exprime l'un des mouvements composants des molécules liquides.

» On constate aisément que, si l'on désigne par X et Y les coordonnées de repos d'une molécule liquide (Y représentant la profondeur au-dessous de la surface libre), et par $x$ et $y$ les coordonnées de la même molécule dans la masse déformée à un instant donné, les équations (1)

$$(1)\qquad \begin{cases} x = X + R\sin\left(\frac{2\pi}{L}X\right), \\ y = Y + R\cos\left(\frac{2\pi}{L}X\right) - \frac{\pi R^2}{L}, \\ R = R_0 e^{-\frac{2\pi}{L}z}, \\ z = Y + \frac{\pi R_0^2}{L} - \frac{\pi R^2}{L} \end{cases}$$

satisfont à l'équation différentielle

$$(2)\qquad \frac{dx}{dX}\frac{dy}{dY} - \frac{dx}{dY}\frac{dy}{dX} = 1,$$

c'est-à-dire que le parallélogramme élémentaire de la masse déformée est équivalent au rectangle $dX\,dY$ correspondant de la masse au repos.

» Cette condition étant vérifiée quel que soit $R_0$, on peut supposer ce paramètre variant avec le temps suivant une loi arbitraire, et l'on obtiendra un mouvement satisfaisant rigoureusement à l'équation de continuité; il restera donc à choisir cette loi telle que la condition de la surface libre soit vérifiée, c'est-à-dire que l'on ait, pour $Y = 0$ et, par suite, $R = R_0$,

$$\frac{dx}{dX}\frac{d^2x}{dt^2} - \left(g - \frac{d^2y}{dt^2}\right)\frac{dy}{dX} = 0.$$

(1) $R_0$ représente le rayon orbitaire de la trochoïde superficielle, et R celui qui correspond à la profondeur Y; la variable auxiliaire $z$ est la distance verticale de la ligne des centres de la trochoïde de profondeur Y à celle de la trochoïde superficielle; enfin L est la longueur des ondes.

» En posant

$$R_0 = a \cos\varphi, \tag{3}$$

on obtient, par une intégration facile,

$$d\varphi \sqrt{1 + \frac{4\pi^2}{L^2} a^2 \cos^2\varphi} = \sqrt{\frac{2\pi}{L} g}\, dt. \tag{4}$$

» Il est facile de voir que, dans le mouvement exprimé par les équations (1), (3) et (4), chaque molécule oscille sur une droite de direction fixe qui oscille elle-même verticalement, et que le mouvement résultant s'effectue suivant une parabole ayant son axe vertical. Pour les molécules superficielles, le premier mouvement oscillatoire est celui de la projection, sur le petit axe d'une ellipse, d'un point qui décrit le contour de la courbe avec une vitesse linéaire constante.

» En examinant attentivement l'épreuve photographique obtenue par M. Marey, on constate que le mouvement des molécules superficielles s'effectue sur une courbe fermée très aplatie. Cette divergence avec la théorie s'explique aisément par ce fait que, par suite des immersions et des émersions successives, dans le bassin d'expériences, du cylindre qui produit le mouvement, les couches de repos que la théorie suppose fixes sont animées d'un mouvement oscillatoire vertical d'autant plus sensible que les couches sont plus éloignées au fond. La superposition de ce mouvement à celui qu'indique la théorie a évidemment pour effet de séparer, dans le sens vertical, les trajectoires correspondant aux deux phases inverses d'une oscillation.

» Le principal intérêt de ce sujet résulte de ce que, jusqu'ici, le seul mouvement oscillatoire des liquides dont on connût exactement les lois était celui de la *houle*. »

PHYSIQUE. — *Actions mutuelles des corps vibrants dans les milieux fluides.* Note de MM. **Berson** et **Juppont**, présentée par M. Mascart.

« Les recherches analytiques de M. Bjerknes, professeur à l'Université de Christiania, ont établi que, dans un fluide incompressible, et, avec certaines restrictions, dans un fluide compressible, deux corps vibrants ou pulsants, de même période, subissent des actions mutuelles apparentes, dont le sens dépend de la différence de phase des deux mouvements vi-

bratoires. La théorie a été faite sur des corps sphériques; dans ses expériences au sein des liquides, M. Bjerknes leur a substitué parfois des tambours cylindriques dont les bases sont des membranes élastiques; M. Stroh, qui a reproduit les mêmes phénomènes dans l'air, n'a utilisé que des tambours cylindriques et des disques.

» Mais ces deux savants n'ont eu pour but : le premier, que de vérifier la réalité des phénomènes dont l'existence était affirmée par ses calculs mathématiques; le second, que d'étendre aux gaz les mêmes conclusions. Nous nous sommes proposé de déterminer, par l'expérience, la grandeur des attractions ou répulsions apparentes qui se manifestent entre deux corps vibrants dont la forme est symétrique par rapport à une droite qui les joint.

» Nous avons pris deux disques verticaux de même axe, placés dans l'air. L'un, en acier mince, de $0^{cm},033$ d'épaisseur et de $12^{cm}$ de diamètre, est entretenu électriquement dans l'état vibratoire par deux petits électro-aimants croisés, que nous actionnons avec des courants d'intensités diverses, suivant l'amplitude vibratoire que nous voulons obtenir; l'autre, en mica, d'une épaisseur égale à $0^{cm},012$ et d'un diamètre de $6^{cm}$, est fixé normalement à l'extrémité coudée d'une tige légère en aluminium qui, supportée par un long fil d'argent, forme la partie mobile d'une balance de torsion; le mouvement de ce disque ne provient que des vibrations de l'air ambiant (c'est un cas analogue à celui de l'induction électrostatique).

» Les expériences sont effectuées dans une cage, dont les parois internes sont presque complètement tapissées d'un drap mou et flottant, pour diminuer autant que possible la résonance.

» La pince qui supporte le fil d'argent de la balance est fixée au centre d'un large plateau, muni d'une vis de rappel tangente qui permet d'accroître graduellement la torsion sans choc.

» Cette torsion est mesurée, à moins de $\frac{1}{20}$ de degré près, au moyen du micromètre à vernier de la balance.

» Le coefficient de torsion de notre fil d'argent a été déterminé par l'étude de la durée des oscillations et de leur décrément logarithmique quand la balance oscille seule d'abord, puis portant une surcharge de moment d'inertie connu.

» Nous avons mesuré ainsi des attractions allant depuis une demi-dyne jusqu'à 600 dynes environ. Nous donnons ici les résultats d'une série d'expériences :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Distance en millimètres... | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 |
| Force en dynes........... | 602,3 | 98,0 | 29,2 | 14,5 | 9,7 | 4,1 | 2,55 |

» Pour produire la même force attractive aux petites distances entre les deux disques, en les chargeant de couches uniformes d'électricité, il fau-

drait une différence de potentiel voisine de deux unités C.G.S. électrostatiques, c'est-à-dire d'environ 600 volts.

» Nous installons des expériences ayant pour but d'étudier l'influence du milieu et de l'amplitude vibratoire, ainsi que la loi des distances dans le cas de petites sphères pulsantes. Nous n'avons voulu aujourd'hui que donner une idée de la grandeur des forces que nous aurons à mesurer. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Calcul des forces auxquelles sont soumis les corps placés dans un champ électromagnétique.* Note de M. **Vaschy**, présentée par M. A. Cornu.

« Maxwell, écartant l'idée des actions à distance et adoptant les vues de Faraday au sujet de la propagation des forces électriques de proche en proche à travers le milieu diélectrique, a esquissé dans son Traité (Ire Partie, Chap. V) une théorie conforme aux principes de la théorie moderne de l'élasticité. Le résultat de ses calculs est une loi qui peut s'énoncer de la manière suivante :

» Imaginons une surface quelconque S dans un champ électrique. L'ensemble des corps intérieurs à S est soumis, de la part du reste du champ, à des tensions (ou pressions) appliquées aux divers éléments de sa surface S, la tension $p$ par unité de surface en un point M ayant :

» 1° Une direction telle que le vecteur représentatif de l'intensité $f$ du champ en M soit bissecteur de l'angle formé par cette direction et par celle de la normale extérieure à la surface S en M;

» 2° Une grandeur $p = \frac{f^2}{8\pi k}$, ne dépendant que de l'intensité $f$ et du pouvoir inducteur spécifique $\frac{1}{k}$ du milieu au point M.

» Proposons-nous de déduire de cette loi l'expression générale de la force F qui s'exerce sur l'unité de volume d'un corps en un point quelconque M $(x, y, z)$ du champ.

» Si l'on prend pour surface S celle d'un parallélépipède rectangle infiniment petit, dont les côtés $dx$, $dy$, $dz$ sont parallèles à trois axes rectangulaires $Ox$, $Oy$, $Oz$, la force électrique $F\,dx\,dy\,dz$ qui s'exerce sur ce parallélépipède est la résultante des tensions appliquées à ses six faces. Or, en désignant par $p_{xx}$, $p_{yx}$, $p_{zx}$ respectivement les composantes, suivant $Ox$, des tensions appliquées en M à trois éléments de surfaces égaux à

l'unité et respectivement perpendiculaires aux axes $Ox$, $Oy$, $Oz$, on voit facilement que la force $F\,dx\,dy\,dz$ a pour composante suivant $Ox$

$$F_x\,dx\,dy\,dz = \left(\frac{\partial p_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial p_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial p_{zx}}{\partial z}\right) dx\,dy\,dz.$$

» Mais, en désignant par X, Y, Z les composantes de l'intensité $f$ du champ suivant les trois axes, on a (Maxwell, § 106)

$$8\pi k p_{xx} = X^2 - Y^2 - Z^2, \qquad 8\pi k p_{yx} = 2XY, \qquad 8\pi k p_{zx} = 2XZ.$$

Si donc on pose, pour abréger,

$$4\pi\rho = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{X}{k}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Y}{k}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{Z}{k}\right),$$

$$4\pi\mu_x = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}, \qquad 4\pi\mu_y = \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z}, \qquad 4\pi\mu_z = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x},$$

$\rho$ étant la densité de masse électrique, et le vecteur $\mu$, dont les composantes sont $\mu_x$, $\mu_y$, $\mu_z$, étant la densité de masse vectorielle électrique, définie précédemment (t. CXVI, p. 1437), on aura finalement

$$F_x = X\rho - \frac{f^2}{8\pi k}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{k}\right) + \frac{Y\mu_z - Z\mu_y}{k}.$$

» D'après les expressions des composantes $F_x$, $F_y$, $F_z$, la force F par unité de volume peut être considérée comme la résultante des trois forces suivantes :

» 1° Une force $F_\rho = f\rho$, ayant même direction que l'intensité $f$ du champ, et égale au produit de $f$ par la densité électrique $\rho$ (force identique à celle qui résulte de la loi de Coulomb dans la théorie des actions à distance);

» 2° Une force $F_k = -\frac{f^2}{8\pi}\frac{\partial}{\partial n}\left(\frac{1}{k}\right)$, qui ne se développe que dans les milieux non homogènes et pousse le corps dans le sens où le pouvoir inducteur $\frac{1}{k}$ décroît le plus rapidement; elle est proportionnelle, d'une part, à la décroissance relative $\frac{\partial k}{k\,\partial n}$ de $\frac{1}{k}$; d'autre part, à la grandeur de la tension $\frac{f^2}{8\pi k}$. *La direction de cette force est donc indépendante de l'orientation du champ $f$*, résultat contraire à celui qu'indique la théorie ordinaire de l'électrisation induite. Toutefois, lorsqu'on calcule l'action totale subie par un corps isolant que l'on introduit dans un champ homogène (attraction

d'une sphère diélectrique par un corps électrisé), les deux théories se trouvent être d'accord entre elles et, semble-t-il, d'accord avec l'expérience.

» 3° Enfin une force $F_\mu = \frac{1}{k} f \mu \sin\theta$, perpendiculaire à la fois à la direction du champ $f$ et à celle de la densité $\mu$ de masse vectorielle électrique, et proportionnelle à l'aire $f\mu \sin\theta$ du parallélogramme construit sur $f$ et $\mu$ comme côtés, $\theta$ désignant l'angle de ces deux vecteurs. Cette force n'existe que dans l'état variable du champ, puisque dans l'état d'équilibre on a la condition $\mu = 0$, qui exprime que le champ électrique admet un potentiel. Jusqu'ici aucune mesure précise de forces, permettant de vérifier la formule de $F_\mu$, ne paraît avoir été faite dans l'état variable du champ électrique.

» *Application de ces formules au champ magnétique.* — La théorie du Magnétisme, entièrement analogue à celle de l'Électricité (sauf en ce qui concerne les phénomènes de conductibilité), conduit à des formules identiques aux précédentes pour les forces qui agissent sur un corps placé dans un champ magnétique. Ainsi la force magnétique F par unité de volume est la résultante :

» 1° D'une force $F_\rho = f\rho$ (conforme à la loi de Coulomb);

» 2° De la force $F_k = -\frac{f^2}{8\pi k} \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{k}\right)$ dans un milieu non homogène (action du champ sur un corps para ou diamagnétique);

» 3° Enfin d'une force $F_\mu = \frac{1}{k} f\mu \sin\theta$, qui n'existe que dans les parties du champ où il n'y a pas de potentiel magnétique ($\mu \neq 0$). Ainsi, dans le champ créé par des aimants fixes, cette force est nulle. Par contre, à l'intérieur d'un conducteur parcouru par un courant, la densité $\mu$ de masse vectorielle magnétique n'étant autre chose que la densité $i$ du courant (t. CXVI, p. 1439), chaque unité de volume du conducteur est soumise à une force $F_\mu$ perpendiculaire à la fois à l'intensité $f$ du champ magnétique et à la densité $i$ du courant (considérée comme vecteur), et égale, au facteur $\frac{1}{k}$ près, à l'aire du parallélogramme $fi \sin\theta$ construit sur $f$ et $i$ comme côtés. C'est la loi bien connue relative à l'action d'un champ magnétique sur un courant; et, pour établir cette loi *a priori* par la formule de $F_\mu$, nous n'avons besoin que d'invoquer l'identité $\mu = i$, qui résulte de l'expérience de Biot et Savart.

» Une vérification expérimentale aussi précise de la formule de $F_\mu$ paraît justifier la théorie que Maxwell a proposée pour le cas d'un champ

électrique en équilibre, et l'extension de cette théorie au cas général d'un champ électrique et magnétique quelconque, même dans l'état variable, où il n'y a pas de potentiel. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations de l'état électrique des hautes régions atmosphériques, par beau temps.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Mascart.

« A la suite de notre première tentative du 27 septembre 1892, tout essai ultérieur m'étant interdit à cause des graves blessures que j'avais reçues, j'ai prié M. Le Cadet de continuer seul les difficiles observations que nous avions entreprises en commun ([1]).

» Le dispositif expérimental employé (que nous avions essayé à Lyon au sommet de la Tour des Eaux) était le suivant : aux deux angles, diagonalement opposés, de la nacelle était fixé, à l'aide d'une couche isolante de soufre, un réservoir cylindrique portant à sa base un tube de caoutchouc, dont on pouvait, au moyen de raccords vissés à son extrémité, faire varier la longueur depuis $20^{m}$ jusqu'à $25^{m}$ et terminé par un ajutage d'écoulement de $0^{mm},2$ de diamètre. Les réservoirs étaient remplis d'eau distillée (dont on avait, en outre, une provision dans la nacelle), et, dès que le ballon était arrivé à une certaine hauteur, on ouvrait leurs robinets : chacun d'eux communiquait par un fil métallique, soit avec l'armature feuilles, soit avec l'armature borne d'un électromètre d'Exner; celui-ci donnait donc à chaque instant la différence de potentiel correspondant à la distance verticale connue des orifices d'écoulement et, par suite, une quantité proportionnelle à la valeur du champ électrique, le coefficient de proportionnalité changeant avec toute cause qui modifiait l'état du conducteur complexe, ballon, nacelle et appareils collecteurs.

» Deux ascensions ont été faites cet été, par beau temps, le 1er et le 9 août; les résultats de ces observations sont inscrits dans les Tableaux suivants, où chacun des nombres est la moyenne d'une série de huit à

---

([1]) Avec sa générosité habituelle, M. R. Bischoffsheim voulut bien faire les frais de ces nouveaux essais, et, de son côté, l'Administration de la Guerre nous accorda le concours des savants officiers de Chalais-Meudon, auxquels je suis heureux d'offrir ici tous mes remerciements.

douze lectures faites pendant que l'aérostat, ayant atteint une certaine zone d'équilibre, s'y maintenait en oscillant de quelques mètres, sans nécessiter un jet de lest contre lequel on devait garantir réservoirs et isolants.

PREMIÈRE ASCENSION. — Le Biot : *Capitaine P. Renard, Capitaine Jullien, aéronautes; G. Le Cadet.*

$7^h.20^m$–$10^h.40^m$ matin le 1er août 1893 : Meudon-Féricy, NW-SE. — Vent inférieur NNW très faible.

| Série. | Heure T. m. P. | Altitude moyenne. | $\Delta n$. | $\Delta V$. | $\frac{\Delta V}{\Delta n}$. | Observations. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1... | $7^h.48^m$ | $615^m$ | $3^m,50$ | $+264^v$ | $+75^{volts}$ | Ciel serein, atmosphère inférieure brumeuse. |
| | | Guide-rope largué. | | | | |
| 2... | 8.14 | 790 | 3,00 | +105 | 35 | Cumulus apparaissent à l'horizon dans fort anneau de brume. |
| 3... | 8.26 | 740 | 3,00 | +134 | 45 | Nuages à l'horizon se forment en grosses masses. |
| 4... | 8.31 | 870 | 3,00 | + 77 | 26 | Cumulus détachés commencent à courir à une certaine distance. |
| 5... | 8.45 | 1005 | 3,00 | + 87 | 29 | Masses nuag. se multiplient et se rapprochent. |
| 6... | 9.27 | 1150 | 2,00 | + 77 | 38 | Cum. passent fréquemment au-dessous de nous; |
| 7... | 9.45 | 1100 | 3,00 | + 82 | 27 | ils s'élèvent jusqu'à l'extrémité du guide-rope |
| 8... | 9.53 | 1300 | 3,00 | + 99 | 33 | et finalement nous entourent à distance. |

» *Remarque.* — A $8^h0^m$, on largue le guide-rope. Pendant la deuxième série, on observe plusieurs variations rapides des feuilles de l'électromètre. Entre $9^h0^m$ et $9^h15^m$, on a des décharges très fréquentes; à ce moment, d'énormes masses nuageuses passent à $150^m$ ou $200^m$ au-dessous de nous. Les ajutages se sont bouchés à plusieurs reprises. Pendant la sixième et la septième série, décharges rapides fréquentes à l'approche de grosses masses nuageuses.

» Dans le cours d'une série, les écarts ont souvent varié du simple au double; aussi les différences entre les moyennes des différentes séries ne présentent-elles qu'un caractère accidentel de même nature que celles des observations isolées. L'écart de la première série appelle cependant une discussion. Le développement du guide-rope entre cette série et les suivantes étant la seule chose qui ait été modifiée dans le système du ballon, cet écart doit être imputable à ce nouveau conducteur qui est venu modifier les surfaces de niveau au voisinage des collecteurs. Pendant les trois séries suivantes, le champ paraît décroître assez régulièrement, mais je suis fondé à croire, d'après les écarts individuels, que cette circonstance est fortuite. D'ailleurs, les résultats des séries suivantes prouvent qu'aucune modification permanente n'affectait le système expérimental. Au surplus, les écarts entre les différents résultats sont du même ordre de grandeur que ceux que l'on constate sur les appareils à enregistrement continu installés près du sol.

SECONDE ASCENSION. — Le Biot, *capitaine Hugot, aéronaute, G. Le Cadet.*

$1^h0^m$ à $5^h35$ soir le 9 août 1893. Meudon-Valhermay (Pontoise) SSE-NNW.
Vent SSE t. faible. Ciel serein.

| Série. | Heure. | Altitude moyenne. | $\Delta n$. | $\Delta$V. | $\frac{\Delta V}{\Delta n}$. | Observations. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m | m | m | | | |
| 1... | 1.47 | 830 | 2,00 | + 85 | +43 | Quelques filaments de cirrus apparaissent. |
| 2... | 1.58 | 824 | 2,00 | + 74 | 37 | |
| 3... | 2.7 | 1060 | 2,00 | + 87 | 43 | |
| 4... | 2.22 | 1290 | 2,00 | + 84 | 42 | ($2^h40^m$ th. fronde : 21°,8) $1350^m$. |
| 5... | 3.5 | 1255 | 2,00 | + 83 | 41 | |
| 6.. | 3.12 | 1745 | 2,00 | + 68 | 34 | Cirrus plus compacts. |
| 7... | 3.36 | 1940 | 3,00 | + 74 | 25 | Cirro-cumulus à l'horizon sud, noyés dans va- |
| 8... | 3.46 | 2080 | 3,00 | + 62 | 21 | peur et brume très diffuse. |
| 9... | 4.14 | 2120 | 3,50 | + 68 | 19 | |
| 10... | 4.42 | 2310 | 3,50 | + 62 | 18 | ($4^h30^m$ th. fronde : 15°,8) $2160^m$. |
| 11... | 4.55 | 2520 | 4,50 | + 71 | 16 | |

*Remarques.* — A $1^h30^m$, on largue le guide-rope.

» A $2^h30^m$, on interrompt les observations; on fait une mesure de l'isolement de l'appareil total, en créant artificiellement, au moyen d'un bâton d'ébonite frotté, une différence de potentiel de 226 volts entre les deux collecteurs : en deux minutes, on a une perte de 60 volts, soit $\frac{1}{6}$ de la charge en une minute. Je fais remarquer ici que l'équilibre électrique des deux collecteurs opposés, avec leur débit de 5 litres en 50 minutes, était atteint au bout d'une minute environ.

» A $2^h40^m$, comparaison du thermomètre fronde avec le thermomètre placé dans une cage à persiennes, sur le bord de la nacelle : (fronde-cage) = — 5°,3.

» Pendant ces opérations, chute rapide de l'aérostat, qui tombe de 1300 à $800^m$ en quelques minutes; on enraye la chute par un jet de lest qui retombe en pluie dans la nacelle. Je garantis autant que possible les réservoirs et isolants.

» A $3^h3^m$, on reprend les observations, mais, l'écart des feuilles devenant trop faible, on augmente la distance verticale $\Delta n$ des ajutages, en allongeant un des tubes.

» A $3^h33^m$, nouvelle série. Les manifestations électriques diminuent de plus en plus, malgré la bonne qualité des écoulements, et cela continue après une nouvelle augmentation de la distance verticale des collecteurs. Je remarque qu'à la reprise de l'écoulement, celui-ci se fait horizontalement et mouille le guide-rope. Je constate en même temps qu'en touchant avec le doigt l'une ou l'autre armature de l'électromètre, je ne provoque qu'un très faible écart; mon potentiel est très voisin de celui des collecteurs. Les surfaces de niveau ont dû se modifier près du guide-rope mouillé et l'équilibre des collecteurs se faire sur des surfaces plus inclinées, de telle sorte que l'augmentation verticale $\Delta n$ des ajutages ne correspond pas à la direction du champ. Je mets en conséquence à part les cinq dernières séries de ce Tableau. J'ajoute que les écarts individuels des observations ont été beaucoup moindres dans cette deuxième ascension que dans la première : l'atmosphère était moins troublée.

» *Conclusions.* — Sous le bénéfice des remarques précédentes, l'examen des nombres observés montre que, par *beau temps*, le champ électrique *n'est certainement pas croissant avec la hauteur*. La conclusion à laquelle nous nous arrêterions serait que ce *champ électrique* est le même au même instant tout le long d'une même verticale; mais nous ne l'émettons que sous forme dubitative, réservant le contrôle de cette question à une ascension ultérieure. »

CHIMIE. — *Sur la préparation du lithium métallique.* Note de M. **Guntz.**

« La préparation du lithium métallique paraît, au premier abord, une opération facile, mais, lorsqu'on répète les expériences de Bunsen, Hiller et de M. Troost, on s'aperçoit bien vite (en faisant des mesures quantitatives) que le rendement, très variable suivant les opérations, est en général excessivement faible par rapport à l'intensité du courant employé.

» En étudiant les meilleures conditions de préparation du lithium, nous avons reconnu que le rendement en métal était d'autant plus élevé que la température d'électrolyse était plus basse. Un sel impur, contenant des chlorures de potassium et de sodium, donne, lorsqu'on l'électrolyse à son point de fusion, de bien meilleurs résultats que le chlorure de lithium pur. Ce résultat nous a conduit à abaisser le point de fusion du chlorure de lithium par addition de chlorure de potassium. J'ai trouvé que $LiCl$ fondant vers 600° [1], le mélange à poids égaux de $LiCl$ et de $KCl$ fond vers 450°; le mélange à molécules égales de $KCl + KCl$ fond vers 380°; le mélange de deux molécules de $KCl$ avec une de $LiCl$ fond vers 550°, et le chlorure de potassium pur fond vers 740°. L'addition du chlorure de potassium au chlorure de lithium produit donc un abaissement considérable dans la température de fusion de ce sel.

» Le mélange le plus favorable à l'électrolyse est celui qui renferme les poids égaux des deux chlorures; ce mélange peut être facilement maintenu fondu au-dessous de 450°, et de plus, pendant l'électrolyse, le mélange perdant du chlorure de lithium, sa fusibilité devient plus grande, ce qui n'a pas lieu avec le mélange formé de molécules égales de $LiCl$ et de $KCl$,

(1) Nous avons déterminé la température de solidification de ces différents mélanges au moyen de la pince thermo-électrique de M. Le Chatelier, dont l'emploi est d'une très grande commodité pour la mesure des hautes températures.

dont la fusibilité diminue au contraire très rapidement dans les mêmes circonstances.

» Pour obtenir de grandes quantités de lithium, on chauffe de 200$^{gr}$ à 300$^{gr}$ du mélange des deux chlorures à poids égaux, dans une capsule de porcelaine (un simple brûleur Bunsen suffit); le mélange fond très facilement; on y place les deux électrodes qui amènent le courant : l'électrode positive est une baguette de carbone de 8$^{mm}$ environ de diamètre, l'électrode négative une tige de fer, de 3$^{mm}$ à 4$^{mm}$ de diamètre, qui se trouve placée dans l'axe d'un tube de verre de 20$^{mm}$ de diamètre. On fait passer le courant; l'expérience marche très rapidement en prenant, par exemple, une force électromotrice de 20 volts et un courant de 10 ampères. Au bout d'une heure, le lithium dépasse de plus d'un centimètre le niveau du liquide dans le tube de verre. Pour retirer le métal, on soulève le tube de verre après interruption du courant; le lithium flotte alors à la surface du chlorure fondu, sans s'enflammer; on le prend dans une cuiller en fer et on le coule dans une lingotière bien sèche.

» Le métal ainsi obtenu est exempt de fer et de silicium, mais contient de 1 pour 100 à 2 pour 100 de potassium en poids, ce qui correspond au maximum à 1 atome de potassium pour 273 atomes de lithium; pour la plupart des applications, le métal est suffisamment pur.

» Voici comment, je pense, on doit expliquer ce résultat : lorsque l'électrolyse se fait au rouge vers 700°, avec le chlorure de lithium pur, le métal arrivant au pôle négatif se combine avec le chlorure pour donner un sous-chlorure de lithium $Li^2Cl$, qui reste au pôle négatif : ce composé, moins conducteur que le chlorure primitif, diminue l'intensité du courant, comme on l'observe à l'ampère-mètre; ce sous-chlorure, se diffusant ensuite dans le liquide fondu, arrive au pôle positif où il se recombine avec lumière au chlore, cette combinaison produisant les oscillations de l'aiguille de l'ampère-mètre. Lorsque la température de l'électrolyse atteint au contraire 500°, ou même devient plus basse encore, le lithium ne se combine plus au chlorure de lithium et se retrouve en totalité au pôle négatif, où l'on peut le recueillir : c'est là la cause du rendement élevé obtenu dans ce cas.

» Ce phénomène de formation par électrolyse des sous-chlorures métalliques semble général pour les métaux alcalins. Je n'ai pu obtenir encore, par cette méthode, ces composés dans un état de pureté satisfaisant. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Amélioration des huiles de consommation et des huiles de graissage, par un traitement électrique.* Note de M. **L.-A. Levat.** (Extrait.)

« Ayant placé une colonne d'huile d'olive, de qualité inférieure, âcre de goût, chargée en couleur, à l'électrode négative d'un voltamètre actionné par une petite machine Siemens (type magnéto, d'un faible voltage), j'ai mis le voltamètre en tension jusqu'à ce que la colonne d'eau sous-jacente à la colonne d'huile ait été complètement électrolysée.

» L'huile était très éclaircie comme couleur : elle était devenue un peu trouble, probablement à cause de l'eau mécaniquement entraînée; mais le goût était complètement modifié : d'âcre, il était devenu presque doux, avec un petit relent de piquant très agréable.

» J'ai soumis à l'hydrogénation une vingtaine d'échantillons d'huiles de mauvais goût, de toute provenance; j'ai constamment réussi à épurer leur goût et leur couleur. Avec des précautions, l'huile ne se trouble plus et reste limpide.

» En second lieu, j'ai fait porter une série d'expériences sur des huiles de graissage de mauvaise qualité, ayant au moins 5 pour 100 d'acide libre.

» L'acidité a toujours diminué, dans la proportion minima de $\frac{1}{5}$ : en soumettant une seconde fois la même huile à l'électrolyse, j'ai diminué l'acidité de $\frac{3}{10}$. Je n'ai pu aller au delà... (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chloralose.* Note de MM. **M. Hanriot** et **Ch. Richet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 63, 9 janvier 1893) nous avons indiqué les propriétés physiologiques des deux composés isomères résultant de l'union du glucose et du chloral, que nous avons désignés sous les noms de *chloralose* et *parachloralose;* nous nous proposons aujourd'hui d'établir leur constitution.

---

(1) Ces expériences ont été effectuées au laboratoire de l'École nationale des Arts et Métiers d'Aix.

» *Chloralose* $C^8H^{11}Cl^3O^6$. — Ce composé, un peu soluble dans l'eau et dans l'éther, soluble dans l'alcool, fond à 187°. Sa solution aqueuse ne réduit ni le nitrate d'argent, ni la liqueur de Fehling même à l'ébullition. Les acides étendus ne peuvent le dédoubler; au contraire, les alcalis colorent à chaud sa solution en brun. L'hydrogène naissant dégagé par l'amalgame de sodium est sans action sur lui.

» Par l'action des acides concentrés ou des chlorures d'acides, nous avons obtenu des éthers di et tétrasubstitués. Le tétracétylchloralose $C^8H^7Cl^3O^2(C^2H^3O^2)^4$ fond à 145°; le tétrabenzoylchloralose forme des prismes fusibles à 138°.

» L'oxydation du chloralose le convertit en un acide chloralique $C^7H^9Cl^3O^6$ avec départ d'acide carbonique. Cet acide cristallise en aiguilles fusibles à 212°, anhydres, solubles dans l'alcool et dans l'éther, peu solubles dans l'eau.

» Tous ces dérivés de chloralose se sont montrés inactifs au point de vue physiologique.

» *Parachloralose.* — Le parachloralose se distingue du chloralose par son insolubilité dans la plupart des réactifs; il fond à 227°, et se sublime si on le chauffe lentement. Comme le chloralose, il s'est montré inactif vis-à-vis de l'hydroxylamine, de la phénylhydrazine et des acides étendus. Les alcalis l'attaquent à l'ébullition, mais fort lentement.

» Comme le chloralose, il donne des éthers di et tétrasubstitués avec les acides concentrés et les chlorures d'acides. Le *tétracétylparachloralose* $C^8H^7Cl^3O^2(C^2H^3O^2)^4$ forme de longues aiguilles fusibles à 106°, bouillant vers 250° sous une pression de $25^{mm}$. Il distille également à la pression atmosphérique, mais en se colorant en jaune. Le *tétrabenzoylparachloralose* n'a pu être obtenu cristallisé.

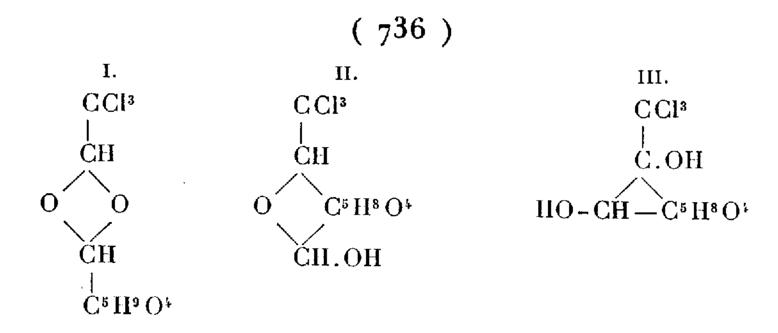
» L'oxydation du parachloralose se convertit en acide *parachloralique*

$$C^7 9 Cl^3 O^6 2H^2O,$$

avec départ d'acide carbonique. Cet acide, fusible à 202°, est peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'alcool et l'éther. Il cristallise en tables efflorescentes.

» *Constitution.* — Le chloralose, le parachloralose et tous leurs dérivés renfermant les trois atomes de chlore du chloral, il est évident que le chloral s'unit par son groupe aldéhydique avec le glucose et que le chloralose doit renfermer le groupe $\begin{array}{c} CCl^3 \\ | \\ C \end{array}$.

» D'autre part, l'absence de propriétés réductrices, la non-combinaison avec l'hydroxylamine et la phénylhydrazine, la résistance à l'hydrogénation, nous montrent que le chloralose et le parachloralose ne contiennent pas la fonction aldéhydique du glucose. Les deux groupes aldéhydiques du chloral et du glucose se sont donc modifiés dans cette union et le chloralose doit être représenté par l'une des trois formules suivantes :




suivant que l'union des deux molécules se fait par l'oxygène ou le carbone.

» La stabilité et la volatilité de ces composés ne permettent pas de les envisager comme des éthers de glucose. Ils résistent du reste à l'action prolongée des acides étendus à l'ébullition; ces raisons nous conduisent à rejeter la première formule; nous ferons du reste remarquer que si l'on développe le groupe $C^5H^9O^4$

```
-CH-CH-CH-CH-CH²,
 |   |   |   \ /
 OH  OH  OH   O
```

on voit que le chloralose ne pourrait donner qu'un éther trisubstitué, tandis que ce sont les tétrasubstitués qui se forment de préférence.

» En comparant les formules brutes du chloralose et de l'acide chloralique, on voit que l'acide prend naissance par remplacement d'un groupe $-CH.OH-CH^2OH$ par un carboxyle $CO^2H$. Ceci nous montre qu'il y a dans le chloralose et le parachloralose une chaîne latérale formée de 2 atomes de carbone. Les formules ci-dessus deviennent alors

```
              IV.                                          V.
      CCl³                                        CCl³
       |                                           |
       CH                                          C.OH
      /  \                                        /   \
    O      C.OH-CH.OH-CH²OH        et        CHOH     C.OH-CH.OH-CH²OH
    |      |                                  |         |
  CH.OH    CH                                 CH--------CH
     \    /  \                                 \       /
      \  /    O                                 \     /
       CH____/                                     O
```

en fixant d'une façon arbitraire la position de l'oxygène anhydridique.

» On voit que la formule IV conduit à l'existence d'un éther tétrasub-

stitué, tandis que la formule V indique la possibilité d'éthers pentasubstitués qu'il nous a été impossible d'obtenir, même en employant un énorme excès de chlorure d'acide additionné de chlorure de zinc : c'est donc la formule IV que nous adopterons.

» Quant à la position qu'occupe l'oxygène anhydridique, nous n'avons pu encore la préciser; toutefois, nous savons qu'elle n'est pas dans la chaîne latérale, puisque, par oxydation, cette chaîne latérale est détruite et que les acides formés contiennent encore cet atome d'oxygène anhydridique. C'est vraisemblablement à une différence de position de cet oxygène qu'est due l'isomérie du chloralose et du parachloralose.

» Le mécanisme de la formation du chloralose devient fort simple en adoptant cette formule. Le chloral anhydre contient toujours un peu d'acide chlorhydrique qui se fixe sur les deux groupes aldéhydiques, en donnant des composés analogues au chlorhydrate d'aldéhyde décrit par l'un de nous,

```
          CCl³
           |
          CH
         /  \
       OH    Cl
      -----------
       Cl      CH.OH-CH.OH-CH²OH;
         \      |
     OH-CH     CH.OH
          \   /
          CH.OH
```

puis les deux atomes de chlore s'éliminent avec les atomes d'hydrogène de l'autre molécule; dans une phase postérieure, le composé formé perd une molécule d'eau pour constituer le chloralose. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur quelques faits relatifs aux effets des injections de liquides organiques chez les animaux.* Note de M. E. **Meyer**, présentée par M. Bouchard.

« I. L'urémie est le résultat d'une auto-intoxication de causes multiples, par rétention des principes toxiques qui doivent être éliminés par le rein (Bouchard). D'autre part, M. Brown-Séquard, après avoir montré l'influence du liquide de macération rénale sur la survie des animaux qui ont subi la double extirpation des reins, conclut à l'existence d'une

sécrétion interne dans ces glandes, et fait intervenir dans la pathogénie de l'urémie, en plus du défaut d'élimination, « l'absence d'une modification » chimique du sang exercée par le rein normal ». (*Comptes rendus*, 1892.)

» Les faits suivants viennent à l'appui des idées de M. Brown-Séquard.

» *a*. La respiration périodique, dite *de Cheyne-Stokes*, ou la dyspnée sont des symptômes fréquents de l'urémie expérimentale, à la suite de l'extirpation des deux reins.

» Or, si l'on fait une injection intra-péritonéale de liquide rénal, filtré et stérilisé, à un animal (chien ou lapin) qui a subi la double néphrectomie et qui a de la respiration périodique ou de la dyspnée, cette respiration est rapidement améliorée et les périodes disparaissent.

» *b*. L'injection de sang normal ou de sang veineux rénal modifie également la respiration des animaux en état d'urémie expérimentale. Ces effets persistent quelques heures après l'injection.

» *c*. Si l'on substitue, en grande partie, au sang d'un animal bien portant, du sang défibriné provenant d'un animal urémique de même espèce, le chien transfusé ne présente aucun symptôme d'urémie.

» *d*. Mais si l'on pratique, avant la transfusion du sang urémique, l'extirpation des deux reins chez l'animal qui va être transfusé, la respiration de ce dernier devient rapidement dyspnéique après la transfusion.

» Ces faits paraissent bien montrer l'existence d'une sécrétion interne dans le rein, et il semble que, dès lors, les accidents d'urémie sont provoqués :

» 1° Par la rétention de principes toxiques;

» 2° Par la suppression ou l'amoindrissement de la sécrétion interne des reins.

» II. L'urine filtrée et stérilisée avec l'acide carbonique sous pression paraît être aussi toxique qu'avant sa filtration.

» Les accidents amenés par l'injection d'urine sont bien connus (MM. Bouchard, Mairet et Bosc, Guinard); il m'a semblé que ces effets physiologiques, provoqués par l'injection d'urine pénétrant dans les veines à une vitesse appropriée, se groupent assez habituellement dans un ordre qui permet de les répartir en trois périodes :

» 1° Accélération du cœur; augmentation de force du cœur; accélération légère de la respiration; tendance à la périodicité; myosis.

» 2° Ralentissement du cœur; irrégularité de la respiration; vomissements.

» 3° Ralentissement et irrégularité du cœur; ralentissement un peu plus tardif de la respiration; mort par arrêt quelquefois simultané de la respiration et du cœur.

» Ce groupement a été observé chez le chien, et avec l'urine humaine. En faisant varier la vitesse de la pénétration de l'urine, on peut provoquer les accidents avec des doses extrêmement variables.

» III. L'injection intra-veineuse de liquide orchitique ne paraît pas modifier la respiration ou la circulation des animaux bien portants. Mais lorsque, par suite d'hémorragie, le cœur est devenu très faible et irrégulier, l'injection intra-vasculaire de liquide orchitique m'a paru régulariser rapidement le cœur et augmenter l'amplitude des systoles affaiblies par l'hémorragie. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De l'absorption par les voies urinaires.* Note de M. **Bazy**, présentée par M. Bouchard.

« D'après les Traités classiques de Physiologie, la vessie est, des organes recouverts d'épithélium, le seul qui ne soit pas doué du pouvoir absorbant. Il est classique de dire que la vessie saine n'absorbe pas; et l'on cite des expériences à l'appui. Il est classique de dire que, seulement quand elle est dépouillée de son épithélium, la vessie peut absorber.

» Des faits cliniques observés depuis longtemps m'avaient conduit à supposer que la vessie devait être douée du pouvoir absorbant. Des faits expérimentaux poursuivis depuis plusieurs mois m'ont démontré, d'une façon péremptoire, que la vessie saine peut absorber. En injectant un poison dans une vessie saine, on peut tuer un animal aussi sûrement qu'en injectant ce poison sous la peau, dans le rectum.

» L'erreur accréditée jusqu'ici reconnaît plusieurs causes, dont les principales me paraissent les suivantes :

» 1° On a confondu imbibition avec absorption;

» 2° On n'a pas employé un poison suffisamment actif pour que l'action en fût indiscutable;

» 3° On a employé des poisons inactifs par rapport aux animaux en expérience.

» Je me suis servi, pour mes expériences, d'une sonde en caoutchouc rouge (n° 8); je n'ai jamais distendu la vessie, je n'ai pas injecté plus de $2^{cc}$, de façon à éviter l'intervention de la pression, de façon aussi à éviter de provoquer le besoin d'uriner et à faire passer ainsi l'urine dans l'urètre; je n'ai jamais lié l'urètre, pour éviter l'absorption par la muqueuse urétrale.

» Je me suis servi de poisons chimiques et de poisons microbiens. Dans ce dernier cas, j'ai injecté tantôt le poison microbien pur, tantôt une culture de microbes, auquel cas un élément nouveau complique l'expérience : la pénétration mécanique des corpuscules figurés du ferment.

» Les poisons chimiques, pourvu qu'ils fussent violents, m'ont toujours donné des résultats immédiats; quand ils n'ont pas agi immédiatement, ils paraissent avoir eu sur l'organisme une action telle, que la mort a pu s'ensuivre à des intervalles plus ou moins éloignés.

» La cocaïne à $\frac{1}{12}$, la strychnine à $\frac{1}{30}$, l'acide cyanhydrique médicinal à $\frac{1}{100}$ tuent les animaux dans l'espace de quelques minutes; la cocaïne, mise en contact avec une large surface cutanée dépourvue d'épithélium, n'a aucune action; la belladone, le curare, la pilocarpine ne produisent leurs effets que beaucoup plus lentement et ne paraissent agir qu'en imprimant des troubles lents dans la nutrition des cellules.

» L'eau paraît absorbée par la vessie. Je dis paraît, parce que la démonstration rigoureuse de cette absorption, en se plaçant dans des conditions normales ou très voisines de la normale, ne me paraît pas possible.

» L'absorption des poisons chimiques par la vessie me paraît jeter un certain jour sur la pathologie urinaire, et fournir l'explication des différences énormes qui existent, au point de vue de l'évolution, entre les rétentions vésicales et les rétentions rénales, ces dernières permettant la conservation de l'état général et la survie pendant un temps infiniment plus long que les autres.

» L'injection vésicale de poisons microbiens produit des effets non moins remarquables.

» En prenant un microbe auquel le lapin est très sensible, le pneumocoque, sur six lapins injectés j'ai eu cinq morts, dont trois ont succombé dans l'espace de trois à cinq jours, avec des exsudats pleuraux et péritonéaux sans lésions rénales, fait très important pour l'histoire des infections urinaires.

» Une macération de muscles gangrenés par le vibrion septique a été injectée à deux reprises dans la vessie après avoir été filtrée au filtre Chamberland et a tué le lapin après vingt jours.

» Sur quatre lapins auxquels j'ai injecté la culture du bacille pyocyanique stérilisée par la chaleur, mais non filtrée, substance dont la propriété pyrétogène a été établie par Charrin, deux sont morts, l'un après sept jours, l'autre après quatorze jours.

» Les conséquences de ces faits au point de vue de la pathologie hu-

maine sont faciles à déduire, et la clarté qu'elles jettent sur la pathogénie des infections urinaires saute aux yeux : c'est un point sur lequel je me propose de revenir et que je développerai.

» J'ai étudié l'absorption au niveau de l'urètre et au niveau de l'urétère : l'absoption urétrale m'a paru très active; l'absorption urétérale, beaucoup moins active. Mais quand le liquide toxique arrive au niveau des calices, la mort est foudroyante avec les doses que j'ai employées. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La transpiration et la respiration, fonctions déterminantes de l'habitat, chez les Batraciens.* Note de M. **A. Dissard**, présentée par M. Bouchard.

« Les espèces batraciennes présentent entre elles une diversité d'habitat qui est bien le caractère saillant de la biologie de ces êtres. Pour ne citer que les genres les plus faciles à se procurer, on observe tous les intermédiaires depuis *Triton,* qui est exclusivement aquatique, jusqu'à *Salamandra,* uniquement adapté au milieu aérien, en passant par *Rana, Bufo,* etc., qui vivent alternativement dans l'air et dans l'eau. Tous ces êtres cependant, au point de vue des données morphogéniques, doivent être considérés comme issus d'un prototype unique, ayant déjà la pentadactylie comme caractère batracien, néanmoins très voisin des Dipneustes et des Ganoïdes crossopitérygiens et, comme ces poissons, vivant uniquement dans l'eau.

» Comment expliquer, au point de vue de la physiogenèse, ces adaptations divergentes, et par quels processus se sont-elles produites? Y a-t-il, correspondant aux différences d'habitat, des modifications dans les fonctions?

» C'est un fait d'expérience que les variations du milieu ambiant déterminent des variations dans les fonctions et dans la biologie de l'être vivant. Si l'on transporte cette notion dans le domaine de l'ontogenèse, on devra bientôt formuler ces hypothèses :

» Les milieux successifs embryonnaires déterminent l'évolution ontogénique. Quand un organisme, soit dans le cours de l'ontogenèse, soit dans le cours de la phylogenèse, adopte un nouvel habitat, c'est qu'il y est sollicité par son évolution antérieure, résultat des actions des précédents milieux.

» Pour vérifier ces hypothèses, j'ai déterminé : 1° la valeur quantitative

de la respiration et de la transpiration chez quelques espèces ayant des habitats différents; 2° l'influence de la variation du milieu chez un type moyen : la grenouille; 3° la variation de ces fonctions pendant l'embryogenèse.

» *Variations spécifiques de la respiration et de la transpiration.* — Le Tableau ci-dessous donne les résultats de mes recherches à ce point de vue. Ils ont été obtenus avec des individus normaux à la température de 18° et dans l'air desséché par Ca Cl; ces résultats sont donc comparables. La transpiration a été mesurée par l'eau excrétée pendant la première demi-heure; les chiffres sont rapportés au kilogramme et à l'heure. Le poids de $CO^2$ excrété donne la mesure de la respiration, les chiffres sont également rapportés aux mêmes unités de poids et de temps.

» Il s'agit, bien entendu, ici de la respiration et de la transpiration totales, c'est-à-dire de l'acide carbonique et de l'eau excrétés aussi bien par la peau que par les poumons.

| | Acide carbonique. | Eau. |
|---|---|---|
| *Salamandra atra* | 0,121 | 0,765 |
| *Bufo vulgaris* | 0,106 | 1,352 |
| *Rana temporaria* | 0,098 | 2,939 |
| *Rana esculenta* | 0,094 | 3,323 |
| *Triton cristatus* | 0,075 | 11,052 |

» Dans ce Tableau, les espèces sont classées suivant leurs différences d'habitat. Déjà la conclusion suivante se dégage : La respiration est plus considérable chez les espèces aériennes que chez les espèces aquatiques; le contraire a lieu pour la transpiration.

» *Variations de la transpiration et de la respiration sous l'influence du milieu.* — La Grenouille, vivant alternativement dans les divers habitats, est bien par excellence le type moyen : il était légitime de s'adresser à elle pour ces expériences.

» Déjà les recherches de Spallanzani, W. Edwards, Moleschott ont démontré qu'à partir de 14° le $CO^2$ excrété par la Grenouille diminue en même temps qu'augmente la température. De plus, l'émission de $CO^2$ est plus considérable à la lumière qu'à l'ombre. Moi-même j'ai démontré [1] que l'hygrométrie du milieu augmente la respiration.

» La transpiration mesurée dans l'air sec, chez des individus comparables, c'est-à-dire pris dans un même milieu initial, le milieu aquatique, m'a donné les résultats suivants lorsque j'ai fait varier la température :

| ° | gr | ° | gr |
|---|---|---|---|
| 15 | 2,953 | 30 | 16,219 |
| 20 | 3,323 | 35 | 42,695 |
| 25 | 9,785 | 40 | 143,70 |

[1] *Comptes rendus*, séance du 15 mai 1893.

» La transpiration, processus de résistance de l'organisme à l'absorption calorique, croît avec la température ; elle devient surtout considérable au-dessus de 35°; il se produit en effet vers 38° une hypersécrétion des glandes cutanées, qui explique ce chiffre de 143gr,70 obtenu à 40°.

» *Variations ontogéniques de la respiration et de la transpiration.* — Je me suis borné jusqu'ici à comparer l'excrétion carbonique des jeunes Grenouilles et des Grenouilles adultes :

| | Acide carbonique. | Eau. |
|---|---|---|
| Grenouilles jeunes | 0,032 | 9,783 |
| Grenouilles adultes | 0,098 | 3,323 |

» Les jeunes Grenouilles se comportent comme les espèces adaptées au milieu liquide, et l'on constate expérimentalement l'évolution des fonctions qui se produit pendant l'ontogenèse.

» Les variations que j'ai observées permettent de concevoir une semblable évolution pendant le cours de la phylogenèse, évolution qui se fait par les mêmes processus.

» De ces expériences, on peut conclure que, soit chez l'embryon, soit chez l'être adulte, la transpiration et la respiration sont des fonctions antagonistes.

» Comment cet antagonisme détermine-t-il l'habitat? Les animaux vivant dans l'habitat aérien absorberont plus de calories que les animaux vivant dans le milieu liquide, parce que ce dernier, du moins pendant la période de vie active de ces êtres, pendant l'été, est moins chaud.

» Si une espèce aquatique émigre vers l'habitat aérien, de par l'habitat en lui-même et de par la température, la transpiration s'exagère et la respiration diminue; pour lutter contre cet état de choses, l'animal reviendra au milieu liquide.

» Si une espèce aérienne émigre vers l'habitat aquatique, de par l'habitat et de par l'abaissement de température, la respiration diminue; pour lutter contre cette diminution, cette asphyxie, l'animal revient au milieu aérien ([1]). »

---

([1]) Travail du laboratoire de M. le professeur Bouchard.

CHIMIE ANIMALE. — *Sur une ptomaïne extraite de l'urine dans la grippe.* Note de MM. **A.-B. Griffiths** et **R.-S. Ladell**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« La méthode qui nous a permis d'extraire cette ptomaïne urinaire est la suivante :

» Une quantité considérable d'urine est alcalinisée par addition d'un peu de carbonate sodique et agitée ensuite avec son demi-volume d'éther sulfurique. Après dépôt et filtration, l'éther sulfurique est agité avec une solution d'acide tartrique, qui s'empare des ptomaïnes pour former des tartrates solubles. Le liquide est encore alcalinisé par du carbonate sodique et agité avec son demi-volume d'éther sulfurique. La solution éthérée est laissée à l'évaporation spontanée. Les ptomaïnes restent comme résidu.

» La ptomaïne qu'on extrait de l'urine dans la grippe (*influenza* en langue anglaise) est une substance blanche, cristallisant en aiguilles prismatiques, soluble dans l'eau, à réaction faiblement alcaline. Elle forme un chlorhydrate, un chloroplatinate et un chloraurate cristallisés ; elle donne un précipité brunâtre avec l'acide phosphotungstique, jaunâtre avec l'acide phosphomolybdique, jaune avec l'acide picrique, et rouge avec l'acide tannique.

» Le bichlorure de mercure produit avec elle un précipité blanc. Elle ne donne pas de précipité avec le chlorure de zinc. Le réactif de Nessler donne un précipité brun.

» Les analyses de cette base lui assignent la formule $C^9H^9AzO^4$.

» Cette ptomaïne est vénéneuse; elle produit une forte fièvre, et la mort dans les huit heures. Elle ne se rencontre pas dans les urines normales; elle est donc bien formée dans l'économie au cours de cette maladie.

» Nous n'avons pas déterminé si le bacille de Pfeiffer, Kitasato et Canon [1] produit la même ptomaïne quand il a poussé dans les tubes d'agar-agar avec addition de glycérine. Griffiths a déjà décrit (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1382) une ptomaïne extraite des urines des pneumoniques, mais elle est entièrement distincte de celle que nous avons extraite de l'urine dans la grippe. »

---

[1] *Le bacille de la grippe* (voir Griffiths, *Manual of Bacteriology*, p. 333).

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de Poissons, voisin des* Fierasfer. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Émile Blanchard.

« L'animal dont il sera question dans cette Note vient des îles Carolines et a été rapporté au Muséum par M. Marche.

» L'absence de ventrales, la dorsale et l'anale occupant presque toute la longueur du corps et s'étendant jusqu'à son extrémité postérieure, l'anus placé sous la gorge, antérieurement au niveau d'insertion des pectorales, sont autant de caractères qui, joints à la forme générale, rapprochent ce poisson des *Fierasfer* de Cuvier. Toutefois il en diffère par sa nageoire dorsale, très réduite et notablement plus basse que l'anale, et surtout, car le caractère précédent aurait au plus une valeur spécifique, par la présence d'écailles nettement distinctes.

» Celles-ci sont à proportion grandes, on n'en compte pas plus de trois ou quatre au-dessus et autant au-dessous de la ligne latérale; elles forment à la surface du corps une sorte de réseau à mailles losangiques et sont à peine imbriquées, plutôt juxtaposées. Leur adhérence aux parties sous-jacentes de la peau, du moins dans l'état de conservation où se trouvent aujourd'hui les individus, est si faible, qu'elles tombent avec la plus grande facilité : il n'en a été retrouvé en place que quelques-unes. Toutefois, grâce à l'attention qu'avait eue le voyageur d'envelopper soigneusement ces exemplaires, on a pu recueillir de ces écailles soit isolées, soit accolées en plus ou moins grand nombre, et constituant alors des lambeaux où il est possible de les examiner dans leurs rapports réciproques.

» Il n'est pas habituel pour les écailles qu'on rencontre d'ordinaire chez les Poissons, de les trouver ainsi réunies, car elles se développent sans connexions les unes avec les autres, mais ces organes n'ont pas ici la même origine et ne sont pas formés aux dépens des parties profondes de la peau, qui fournissent ces lamelles scléreuses, plus ou moins calcifiées, connues comme écailles des Téléostéens; ils dérivent au contraire d'un endurcissement des parties superficielles de l'épiderme, c'est-à-dire de la couche cornée. Ces écailles constituent, par suite, de minces lamelles d'aspect finement granuleux sur la plus grande partie de leur étendue, un peu épaissies aux deux côtés du losange, qui correspondent au bord postérieur, et présentent en ce point un lacis assez élégant de lignes entre-croisées, qui donne l'aspect d'un épithélium pavimenteux très délicat. Les

lamelles, à raison de ce mode de développement, sont en continuité les unes avec les autres; toutefois, leurs limites étant de moindre résistance, elles se séparent et s'isolent sous une légère traction.

» Cette écaillure cuticulaire n'avait pas encore été signalée chez les Poissons et, pour lui trouver des analogues, il faudrait plutôt s'adresser au groupe des Reptiles, en particulier aux Serpents, chez lesquels se détache, au moment de la mue, une couche épithéliale superficielle, reproduisant la disposition et les détails des élévations ou autres accidents qui ornent la peau.

» L'existence de ces écailles, qui font absolument défaut chez les *Fierasfer*, est de nature à justifier la création d'un genre pour lequel je proposerais le nom de *Rhizoiketicus*, l'espèce, d'après son lieu d'origine, pouvant être désignée : *R. carolinensis*. Les deux exemplaires de la collection du Muséum n'ont pas été trouvés par M. Marche lui-même, il les avait reçus, lors de son dernier voyage aux îles Mariannes, d'un capitaine, qui assura avoir rencontré ces Poissons sur une plage marécageuse, entre les racines de Palétuviers. Il n'est guère probable, d'après ses affinités, que cet animal s'y trouve normalement libre, mais ces racines servant de refuge à des Invertébrés de toutes sortes, Mollusques, Holothuries, etc., on peut, avec plus de vraisemblance, penser que les *Rhizoiketicus* vivent en commensaux ou parasites chez quelques-uns de ceux-ci, comme le font les différentes espèces de *Fierasfer*. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'appareil génital mâle des Hyménoptères.* Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edm. Perrier.

« I. *Apis mellifica*. — Plusieurs auteurs ont déjà parlé de l'appareil reproducteur du mâle de l'*Apis mellifica* : Swammerdam, Réaumur, Dufour, Leuckart, pour ne citer que les principaux, ont donné de cet appareil des descriptions anatomiques.

» Les résultats auxquels nous sommes arrivé diffèrent, en de nombreux points, de ceux de ces auteurs.

» L'appareil génital mâle de l'*Apis mellifica* comprend cinq parties principales :

» 1° Les *testicules* sont pairs et ont la forme de deux petites masses quadrangulaires, à surface supérieure convexe et à parois internes planes ou faiblement incurvées en dehors. Les tubes de Malpighi entourent leur face inférieure, sur laquelle ils

forment un lacis très compact. Ils sont maintenus en place par des faisceaux trachéens provenant de trois ou quatre canaux issus des deux gros troncs latéraux. Chaque testicule, enveloppé par une capsule musculaire mince et transparente, est constitué par de nombreux petits tubes en forme de doigts de gant, *canicules séminifères*, courts, étroits, cylindriques dans leur région moyenne, coniques vers le sommet et légèrement sinueux. Leur nombre varie de 280 à 300. Ils vont s'ouvrir, par leur extrémité inférieure amincie, dans un *réservoir collecteur* cordiforme qui se continue avec le canal déférent.

» 1° Le *canal déférent*, qui prend naissance sur le côté externe et dans le tiers postérieur du testicule, est un tube cylindrique, contourné en spirale et paraissant très court, bien que, complètement déroulé, il ait de $7^{mm}$ à $10^{mm}$ de longueur. Il présente sur son parcours deux petits renflements fusiformes, puis il s'élargit brusquement pour former un tube à surface irrégulière, dont la partie antérieure possède une légère excavation recevant les derniers tours de spire du canal déférent.

» 3° Les *glandes accessoires* sont situées immédiatement au-dessous des canaux déférents et ont un diamètre deux fois plus large que celui de la portion renflée de ces derniers. Chacune d'elles se continue par un canal court et bosselé qui s'unit à celui du côté opposé sur la ligne médiane du corps. Les deux canaux paraissent se confondre et ne former qu'un tube unique : seule, une faible échancrure médiane indique leur point de contact.

» 4° C'est au-dessous de cette échancrure que prend naissance le *canal éjaculateur*, formé par un tube long, filiforme et sinueux qui se dirige en avant et va s'aboucher à l'appendice pénial.

» 5° L'*appendice pénial* comprend une partie postérieure et ovale, *renflement pénial*, situé à la base de l'abdomen (*gaine copulatrice* de Dufour) et une partie antérieure, presque cylindrique, à surface sillonnée transversalement, constituant le *pénis*.

» Le *renflement pénial*, entouré d'une enveloppe épaisse et diaphane, porte intérieurement deux paires de plaques chitineuses. Les plaques supérieures sont allongées et falciformes; les deux inférieures, quadrangulaires et déchiquetées sur leur bord postérieur, sont dépourvues de piquants. A la partie inférieure du renflement, on trouve un appendice aplati, large à la base et bifide au sommet.

» Le *pénis* porte sept bandes noirâtres transverses qui ne sont pas dues à des plaques ou à des tubercules, comme le croyaient certains auteurs, mais à des éminences demi-circulaires recouvertes à l'intérieur de piquants courts et à racine bifide.

» La prétendue plaque inférieure, dont parle Dufour, n'est qu'une plage cordiforme, couverte de longues soies chitineuses, serrées, recourbées et diversement enchevêtrées.

» Il existe aussi une autre plage dorsale, de forme trapézoïdale, recouvrant les trois quarts de l'extrémité du pénis et qui doit sa coloration jaune sombre et son aspect à une grande quantité de piquants chitineux, transparents, creux au sommet et remplis à leur base d'un contenu hyalin. Ces piquants, unis à la racine, ont leur extrémité terminée en S ou en crochet. A la suite de cette plage existe de même un autre champ rectangulaire recouvert intérieurement de longs piquants.

» Toutes ces soies chitineuses sont recourbées vers l'orifice du pénis.

» Les *pneumophyses,* ou vessies à air de Dufour, sont des appendices glandulaires sécrétant un liquide gluant et jaune foncé.

» L'orifice du pénis est très apparent et a une forme ovale.

» Les deux derniers ganglions abdominaux innervent cet appareil génital.

» II. *Vespa rufa.* — L'appareil génital mâle de la *V. rufa* diffère de celui de l'Apis : 1° en ce que les deux canaux éjaculateurs ne se réunissent en un conduit unique que dans la seconde moitié du fourreau pénial, et 2° par la structure beaucoup plus complète de l'armure copulatrice.

» Les *testicules* forment deux capsules ovoïdes, accolées l'une à l'autre et situées au-dessus de la partie postérieure de l'intestin moyen. Ils sont maintenus en place par les trachées et les tubes de Malpighi. Chacun d'eux renferme de 200 à 230 *canalicules séminifères,* qui vont tous déboucher dans un réservoir commun, lequel se continue par un *canal déférent* mince, court, légèrement sinueux, mais non spiralé. Ce canal va aboutir à une portion renflée, recourbée en forme de faucille et présentant en avant un prolongement conique. Ce renflement, après avoir décrit un arc de cercle, communique avec la *glande accessoire.* Cette glande se dirige en avant, puis se recourbe en arrière et en sens inverse de la courbure antérieure du renflement du canal déférent, de sorte que l'ensemble présente la forme d'un double crochet. Vient ensuite le *canal éjaculateur,* d'abord large et conique, puis filiforme, et qui ne tarde pas à se rapprocher de son congénère situé du côté opposé. Leur fusion en un canal unique, *canal éjaculateur,* a lieu dans l'intérieur du fourreau, ou pénis chitineux. L'*armure copulatrice,* d'apparence très compliquée, comprend trois séries de pièces : 1° une plaque inférieure; 2° un forceps, pourvu antérieurement de deux appendices munis de soies sur leur pourtour; 3° un fourreau ou pénis chitineux, à extrémité antérieure élargie, spatuliforme, et portant latéralement deux petits piquants ou épines chitineuses dirigés en avant.

» L'appareil génital mâle des *Vespa crabro, V. vulgaris, V. germanica, Polistes gallica,* etc., que j'ai étudié, présente les mêmes parties essentielles, mais diffère du précédent par de nombreux détails anatomiques portant sur le nombre des canalicules séminifères, la longueur et la conformation des canaux déférents, la disposition des glandes accessoires, la fusion plus ou moins rapide des canaux éjaculateurs, etc.

» Les organes mâles des divers *Bombus* et ceux de certains *Sphégiens* (*Ammophilla sabulosa, Am. Heydenii,* etc.) présentent aussi des variations portant principalement sur les canaux déférents. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur l'anatomie et le développement de l'armure génitale femelle des Insectes Orthoptères* (¹). Note de M. **Peytoureau**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les auteurs qui se sont occupés de l'Armure génitale femelle des Insectes lui attribuent des valeurs morphologiques fort diverses et ne sont même pas d'accord sur la situation qu'elle occupe réellement dans l'abdomen chez les différents ordres.

» Dans le groupe des Orthoptères coureurs, ses pièces constitutives ont été incomplètement décrites et l'histoire de son développement est à peine ébauchée; aussi l'absence de toute terminologie m'oblige-t-elle à entrer dans quelques détails d'Anatomie descriptive, nécessaires à l'exposition de la valeur morphologique de chacune des pièces.

» La *Periplaneta americana*, dont l'armure est très complexe, est un type excellent pour cette étude. Chez cet Orthoptère, le huitième et le neuvième sternites, profondément modifiés, au lieu de se projeter en arrière, comme chez d'autres familles du même ordre, sont invaginés dans le septième et complètement cachés par lui. Ce septième sternite (*plaque sous-génitale*) très grand, incomplètement scindé en deux régions intérieure et postérieure, cette dernière carénée et divisée en deux valves latérales unies par une membrane molle et lâche, protège toute l'armure; les bords externes de ses valves se replient supérieurement et se continuent en une membrane épaisse, plissée et festonnée, dans laquelle sont enchâssées des pièces solides de soutien.

» Le squelette génital se compose de douze pièces chitinisées, dont l'ensemble correspond morphologiquement aux huitième et neuvième urosternites; elles sont unies entre elles et aux téguments par des membranes pouvant être regardées comme une enveloppe unique disposée en un cul-de-sac invaginé qui obture en arrière l'abdomen et dont la paroi n'offre d'interruptions qu'au niveau des orifices naturels.

» On remarque d'abord, de chaque côté, une *baguette* filiforme, dont l'attache externe principale, bien qu'indirecte puisqu'elle est assurée par deux petites *plaques accessoires*, paraît se faire avec l'angle postéro-externe du huitième urotergite. Son extrémité interne effilée s'encastre entre deux expansions antéro-externes, l'une filiforme, l'autre lamellaire, d'une pièce également paire, à laquelle on peut donner le

(¹) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Bordeaux, dans le laboratoire de M. Kunstler, professeur-adjoint de Zoologie.

nom d'*apophyse génitale inférieure,* par analogie avec les gaines de l'armure des Locustides.

» Le corps de cette apophyse a l'aspect d'une manche cylindrique fermée à l'extrémité postérieure et largement ouverte, au contraire, en avant.

» Au-dessus de ces apophyses est une pièce à laquelle on peut, pour sa forme, donner le nom de *cacolet;* elle comprend deux lames latérales, ovalaires et symétriques, s'enroulant vers le haut à leur bord postéro-interne pour aboutir à une induration dentée, en forme de croissant, qui les relie l'une à l'autre.

» Au-dessous de ces mêmes apophyses se voit une plaque impaire, *trapézoïde,* à grande base postérieure, relativement peu chitinisée et presque diaphane; elle offre une fente médiane dilatable qui sert d'orifice au vagin.

» On trouve au-dessus et en arrière des parties précédentes une grande pièce postérieure, impaire, en forme de *bague;* son chaton, en fer de lance, s'articule par ses faces latérales avec le bord interne d'une apophyse paire, creuse et conique de la même pièce, l'*apophyse génitale supérieure,* dont la base s'unit par un point seulement à celle de sa congénère pour former la face inférieure de la bague.

» Le chaton s'articule encore, inférieurement, avec une pièce impaire qui porte deux appendices postérieurs et creux à chitinisation incomplète, représentant l'ovipositeur des Orthoptères sauteurs et auxquels on peut donner le nom d'*apophyses génitales accessoires.*

» L'anus s'ouvre au-dessous du dixième urotergite, entre deux *plaques podicales,* le vagin dans la fente de la pièce trapézoïde, la poche copulatrice immédiatement au-dessous du croissant du cacolet et les glandes nidamenteuses par deux orifices au-dessous du point où les apophyses génitales se confondent.

» J'ai pu suivre le développement des pièces de l'armure femelle de la *Periplaneta americana* depuis l'éclosion de l'œuf, mais il ne m'est possible d'exposer ici que les résultats de ces recherches :

» L'armure génitale femelle appartient exclusivement aux huitième et neuvième urosternites; l'ouverture du vagin se trouve entre le septième et le huitième.

» Les trois paires d'apophyses génitales, sans occuper la position des membres, prennent naissance de très bonne heure d'une façon qui en rappelle le développement.

» Les autres pièces sont de simples modifications du corps même des sternites ou des indurations chitinisées de membranes : la membrane d'union du septième au huitième urosternite forme la pièce trapézoïde; le corps du huitième urosternite donne naissance au croissant du cacolet, à l'appendice filiforme des apophyses génitales inférieures, aux baguettes et à leurs deux pièces accessoires; une expansion membraneuse inférieure de cet urite produit le cacolet; il porte encore comme appendices les apophyses génitales inférieures. La membrane qui unit le huitième uroster-

nite au neuvième donne les expansions lamellaires des apophyses génitales inférieures. Le corps du neuvième urosternite donne naissance à la base des apophyses génitales accessoires et à la face inférieure de la bague, pendant que ses régions latérales s'atrophient et disparaissent; on en trouve encore des traces dans des stades de développement avancés, sous forme de plaques chitinisées enchâssées dans la membrane d'enveloppe de l'abdomen. Les appendices de ce neuvième urosternite sont les apophyses génitales supérieures et accessoires. La face supérieure de la bague et le chaton se forment aux dépens de la membrane d'union du neuvième urosternite aux plaques podicales.

» L'armure génitale subit certaines mues qui coïncident avec celles de l'animal, mais le peu de consistance de plusieurs pièces (apophyses génitales inférieures et accessoires) pendant la plus grande partie de la vie nymphale leur permet, en outre, d'avoir un accroissement continu.

» Des appendices larvaires tels que les styles simples du neuvième urosternite, très comparables à ceux du même urite chez le mâle, s'atrophient complètement pendant le développement sans laisser de traces chez l'adulte; d'autres pièces, au contraire, se développent seulement au moment de la dernière mue; il est à remarquer qu'à cette période, les points qui avoisinent les orifices des glandes nidamenteuses et de la poche copulatrice se chitinisent de beaucoup les premiers. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation des principes actifs chez les Limnanthées.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« La petite famille des Limnanthées forme un groupe voisin, quoique bien distinct par les caractères morphologiques, des Tropéolées étudiées dans ma dernière Note (¹). Elle s'en rapproche beaucoup par les propriétés organoleptiques, signalées jadis par M. A. Chatin (²), qui a retiré du *Limnanthes Douglasii* R. Br. une essence sulfo-azotée analogue à celle de la Capucine et de la plupart des Crucifères.

» J'ai constaté que les conditions où se forme l'essence des Limnanthées

(¹) *Sur la localisation des principes actifs chez les Tropéolées* (*Comptes rendus*, 30 octobre 1893).

(²) *Mémoire sur les Limnanthées et les Coriariées* (*Ann. des Sciences naturelles; Botanique*, 4ᵉ série, t. VI; 1856).

sont les mêmes que chez ces dernières plantes : elle ne préexiste pas dans les tissus et résulte également de l'action d'un ferment sur un glucoside, renfermés dans des cellules distinctes appartenant à tous les organes.

» 1. Le *Limnanthes Douglasii*, plante herbacée, possède un chevelu de racines adventives filiformes, dépourvues de formations secondaires. C'est dans l'écorce molle et lacuneuse que se trouvent les cellules à ferment, disséminées en assez grand nombre dans le parenchyme. Elles ont la même forme et les mêmes dimensions que les autres cellules corticales; leurs réactions microchimiques sont celles des cellules à myrosine.

» Dans la tige, l'écorce est également lacuneuse; le cylindre central n'a que des formations secondaires très réduites. L'écorce renferme des cellules à ferment, qui parfois sont plus grandes que les éléments voisins, mais le plus souvent ne s'en distinguent que par la nature de leur contenu; le cylindre central en possède de même quelques-unes, très étroites et peu nombreuses dans la région libérienne.

» Dans la feuille, la présence de la myrosine ne peut être décelée par les réactifs microchimiques que dans quelques-unes des cellules du parenchyme; mais, en présence de l'action très marquée exercée par la feuille contusée sur le myronate de potassium, il y a lieu de faire ici la même remarque que pour la feuille de la Capucine étudiée dans ma dernière Note : à savoir que le ferment se trouve vraisemblablement disséminé dans un grand nombre de cellules, en quantité trop faible pour qu'on puisse le caractériser au microscope.

» La graine offre aussi, dans cette recherche, des difficultés spéciales, dues principalement à l'abondance des substances de réserve azotées accumulées dans les tissus. Toutefois, avant la maturité, et même après, on peut distinguer, surtout dans le parenchyme cotylédonaire, des cellules isolées ou groupées en petit nombre, qui présentent les réactions de la myrosine. Pendant la germination, ces réactions se manifestent également dans l'épiderme de la face inférieure des cotylédons accrus et devenus verts.

» 2. Pour démontrer par l'expérience que l'essence ne préexiste dans aucun organe, on se fonde sur la recherche du soufre qu'elle contient toujours, en appliquant le procédé que j'ai indiqué pour les Tropéolées.

» Si, par exemple, on traite une dizaine de grammes de feuilles fraîches et intactes par l'alcool absolu bouillant, on ne trouve pas trace d'essence dans le liquide distillé. Par contre, il suffit d'opérer sur $1^{gr}$ de feuilles broyées au contact de l'eau pour déceler très manifestement, dans le pro-

duit de la distillation, la présence du soufre et, par suite, celle de l'essence.

» Les racines très grêles, comme on l'a fait remarquer, n'offrent, quand on les écrase dans l'eau, qu'une odeur et une saveur peu prononcées, parce qu'elles sont pauvres en glucoside. Mais l'étude microchimique ayant permis d'y trouver un assez grand nombre de cellules à myrosine, il était à prévoir qu'elles dédoubleraient énergiquement le myronate de potassium. Effectivement, il suffit de mettre en contact $0^{gr},10$ de racine contusée avec $0^{gr},01$ de myronate en solution aqueuse pour obtenir en quelques instants, à la température convenable, un dégagement très marqué d'essence de moutarde.

» A poids égal, les feuilles contiennent plus de myrosine que la tige. Quant à la graine, elle est riche à la fois en ferment et en glucoside; l'essence qu'elle fournit se rapproche beaucoup, par ses propriétés organoleptiques, de celle du Cresson alénois.

» En résumé, on peut dire qu'il existe, dans les divers organes des Limnanthées, des cellules à ferment spécialisées, comme chez les Crucifères, les Capparidées et les Tropéolées, auxquelles elles ressemblent de même entièrement quant à la nature du ferment et aux conditions dans lesquelles il agit sur le glucoside qui l'accompagne. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation des principes actifs dans les Cucurbitacées.* Note de M. L. **Braemer**, présentée par M. Duchartre.

« Parmi les principes immédiats dont la présence a été signalée dans la famille des Cucurbitacées, la *bryonine*, la *colocynthine* et l'*élatérine* sont ceux dont les propriétés chimiques et thérapeutiques sont le plus nettement établies. Je me suis proposé de les rechercher microchimiquement dans les tissus des plantes qui les renferment : *Bryonia dioica* Jacq., *Citrullus Colocynthis* Schrad., *Ecbalium Elaterium* Rich.

» Les réactions colorées que donnent la bryonine, la colocynthine et l'élatérine avec l'acide sulfurique pur ou combiné au phénol, au molybdate ou au vanadate d'ammoniaque, et avec l'azotate d'argent, m'ont paru convenir aux recherches histochimiques et m'ont permis de déterminer avec précision le siège de ces trois principes dans les tissus. Pour observer dans toute sa netteté la coloration rouge (variable dans sa teinte, son intensité et sa durée, selon le réactif et le principe considéré) qu'on obtient finalement dans tous les cas, j'ai dû, en ce qui concerne la Bryone et la Coloquinte, employer des matériaux à l'éther, dans lequel les principes actifs sont insolubles. J'ai constaté qu'il ne faut pas mettre les réactifs acides en

contact direct avec la préparation microscopique; il est préférable de les déposer au bord de la lamelle et de les laisser pénétrer par capillarité; on assiste ainsi à toutes les phases de la réaction et aux changements de teinte caractéristiques.

» Dans les plantes qui les renferment, la bryonine, la colocynthine et l'élatérine sont nettement localisées dans des éléments spéciaux dont seul le contenu prend une coloration rouge sous l'influence des réactifs précités. Des coupes longitudinales faites dans les différents organes des plantes nommées montrent que ces éléments sont formés de tubes ou articles disposés en files rectilignes ou sinueuses, souvent ramifiées, qui se distinguent nettement des éléments voisins. Par leur position ils paraissent correspondre à ces formations que M. A. Fischer ([1]) considère comme des tubes criblés « ayant cessé leur fonction spéciale et perdu leur structure typique », et dont il a signalé l'existence dans différentes plantes de la famille des Cucurbitacées. Dans tous les organes des trois espèces que j'ai étudiées, ils occupent principalement la périphérie du liber, mais on en trouve aussi dans le parenchyme cortical, le péricycle, le parenchyme fondamental.

» Par leur allure, par leurs dimensions transversales, réduites au tiers de celles des tubes criblés voisins, par la nature cellulosique et non calleuse de leurs parois de séparation, par l'abondance et la nature spéciale de leur contenu, ces formations s'éloignent complètement des tubes criblés normaux. Elles se rapprochent au contraire des laticifères du type articulé. Or il est important de noter que des laticifères du même type s'observent dans la famille des Campanulacées, que la plupart des botanistes modernes rapprochent de celle des Cucurbitacées. »

BOTANIQUE. — *Expériences sur la désinfection des carrières à Champignon* ([2]). Note de M. **J. Costantin**, présentée par M. Duchartre.

« Les maladies cryptogamiques ([3]) du Champignon de couche peuvent venir de la *carrière*, du *blanc de champignon* ou du *fumier*.

---

([1]) *Ueber das Siebröhren System der Cucurbitaceen*, Leipzig, 1884.

([2]) Ces expériences ont pu être entreprises grâce à une subvention accordée par le Conseil général de la Seine, toujours disposé à encourager les efforts pouvant contribuer à améliorer les industries agricoles parisiennes.

([3]) Champignons microscopiques : môle, vert-de-gris, plâtre; Agaricinées, chanci; Bactéries, goutte.

» De ces trois facteurs, les deux premiers sont les plus importants; on doit donc s'efforcer : 1° de désinfecter la carrière; 2° de purifier le blanc.

» M. Matruchot et moi (1) avons déjà indiqué comment on arrivait à ce second résultat. Je vais examiner si l'on peut atteindre le premier.

» On ne peut espérer désinfecter une carrière comme une salle d'hôpital ou même une écurie de chevaux. Elles sont trop immenses; leurs murailles ont trop d'anfractuosités et trop d'issues; certains recoins sont absolument inaccessibles, sauf à un gaz; enfin elles contiennent des monceaux énormes de vieilles terres (dégobtures) qu'il est bien difficile de désinfecter d'une manière absolue. Les résultats auxquels je suis arrivé après une désinfection n'en sont que plus intéressants.

» J'ai reconnu la nécessité, pour arriver à des résultats précis, de faire la culture moi-même, avec des ouvriers suivant toutes mes prescriptions et prenant toutes les précautions que je croyais utiles. J'ai loué pour cela deux vieilles carrières, l'une à Montrouge, l'autre à Ivry; l'une pouvait contenir $200^{m}$ de meules, l'autre $120^{m}$.

» J'ai employé deux désinfectants dont l'efficacité, contre le principal parasite (la môle) venant de la carrière, a été établie par les recherches faites par M. Dufour et par moi (2) dans le laboratoire.

» J'ai opéré à Montrouge avec l'acide sulfureux; à Ivry, avec le lysol.

» *Cave traitée par l'acide sulfureux.* — J'ai fait brûler le soufre de quarante tourtières contenant chacune $600^{gr}$ de cette substance. Les régions où se trouvaient les vieilles terres avaient été préalablement arrosées avec de l'eau ordinaire.

» Les cultures ont duré, dans ces premières expériences, de février en juillet. Voici, par exemple, les résultats de l'une d'entre elles.

» 8 février, mise en meules; 11 février, introduction du blanc; longueur de meules $26^{m}$. Le blanc employé était fourni par les champignonnistes ainsi que les terres et le fumier. La production a commencé le 7 avril; elle a cessé le 14 juin.

| | |
|---|---|
| Poids de la récolte.............................................. | $48^{kg},030$ |
| Nombre des individus malades de la môle....................... | 9 |
| Poids de ces 9 môles............................................ | $45^{gr}$ |
| Poids de 9 Champignons sains, de grosseur moyenne, à $40^{gr}$ l'un... | $360^{gr}$ |

» Le poids de neuf Champignons malades, s'ils étaient restés sains, serait devenu $360^{gr}$ à peu près. La perte pour le champignonniste est donc représentée par ce poids. La perte sur l'ensemble de la culture est donnée par le rapport $\frac{360}{48030} = \frac{1}{133}$.

---

(1) *Comptes rendus*, 3 juillet 1893.

(2) COSTANTIN et DUFOUR, *Bull. de la Soc. bot.* (1892), *Congrès de Pau* (sept. 1892), *Revue générale de bot.*, déc. 93.

» Les meules précédentes se trouvaient dans une région de la cave éloignée des vieilles terres. Pour des meules placées dans le voisinage de cette partie infectieuse [1], le développement de la môle s'est élevé et la perte, en raisonnant comme précédemment, est égale au $\frac{1}{56}$ de la récolte. Enfin des meules dressées exactement en face de cette région ont présenté une perte qui était le $\frac{1}{25}$, puis le $\frac{1}{13}$ de la récolte.

» Jamais je n'ai observé une extension du mal semblable à celle que signalent tous les champignonnistes, qui estiment que la môle détruit en moyenne le $\frac{1}{4}$ de la récolte, quelquefois la moitié.

» *Cave traitée par le lysol.* — Avec le lysol pulvérisé partout dans la cave (murs, plafond, plancher) à 2,5 pour 100, j'ai obtenu un résultat plus remarquable. Je n'ai eu qu'*un seul champignon malade* dans cette cave, pendant toute la culture. La perte sur l'ensemble de la récolte a été le $\frac{1}{1160}$ de celle-ci.

» *Traitement pendant la culture.* — L'efficacité de l'action du lysol sur la parasite, établie par M. Dufour et par moi dans le laboratoire, se trouve donc confirmée par l'expérience en grand. Ceci m'a conduit à me servir de cette substance, dès que la maladie apparaissait en un point. J'opérais de la manière suivante : les môles, dès qu'elles étaient signalées, étaient cueillies et plongées dans le lysol à 2,5 pour 100 et la place contaminée de la meule recevait une légère pulvérisation de lysol. Grâce à ce traitement, la maladie ne s'étendait pas.

» *En résumé*, on peut arriver par les deux procédés précédents à réduire la maladie de façon qu'elle devienne presque négligeable pour les cultivateurs.

» L'expérience de l'acide sulfureux apprend que la désinfection des vieilles terres (dégobtures) est incomplète : cela ne peut étonner; on pourrait vraisemblablement arriver à des résultats plus complets, en y introduisant du lysol à l'aide d'un pal injecteur. En tout cas, on ne saurait trop recommander aux champignonnistes de se débarrasser à l'avenir de leurs vielles terres.

» Plusieurs champignonnistes ont appliqué, sur mes conseils, ces méthodes de désinfection et s'en sont bien trouvés. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les échanges d'acide carbonique et d'oxygène entre les plantes et l'atmosphère.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« La méthode employée dans les recherches qui vont être rapportées a été indiquée déjà [2], à quelques détails près. Il suffira de la rappeler

---

[1] L'action nuisible de ces vieilles terres a été établie par des expériences antérieures (*Comptes rendus*, mars 1893).

[2] *Comptes rendus*, 2e semestre, 1892, et *Annales de l'Institut Pasteur*, janvier 1893.

brièvement. Les cultures ont lieu en vases clos. Le sol consiste en sable quartzeux additionné d'une solution nutritive minérale; on stérilise la portion de ce sable devant former la couche superficielle, pour éviter la production des algues. Tous les gaz introduits et extraits sont exactement mesurés. La composition de l'atmosphère interne, incessamment modifiée par la végétation, est surveillée par de fréquentes analyses et ramenée, quand il y a lieu, dans les limites convenables par l'introduction d'acide carbonique ou par l'absorption d'oxygène opérée au moyen de cuivre pur (¹) chauffé, l'oxygène absorbé étant déterminé par pesée d'un petit tube de verre de Bohême contenant le métal. Une expérience témoin, sans culture, fournit la petite correction à faire subir aux résultats pour éliminer l'influence exercée par le sol sur la composition des gaz. Les diverses déterminations effectuées font connaître l'acide carbonique décomposé et l'oxygène produit par les plantes.

» J'avais opéré antérieurement sur le Cresson à larges feuilles et la Houque laineuse. Les essais ont porté cette année sur le Lin commun, la Moutarde blanche et le Pois nain.

» Ces plantes ont donné des boutons floraux ou des fleurs; elles avaient alors épuisé l'approvisionnement de matières nutritives introduit au début dans le sol; elles n'ont point fructifié. Les Pois se sont peu développés; ils ont manqué d'azote, parce qu'on ne leur en avait offert qu'une faible quantité à l'état d'azotate de potasse dans la solution nutritive, et qu'ils n'en ont pas fixé à l'état libre, l'ensemencement par le microbe nécessaire à la fixation n'ayant pas réussi.

» Le volume intérieur des appareils a varié de $9^{lit}$ à $11^{lit}$, sauf dans l'expérience témoin où, en vue de la précision des mesures, il a été moins grand; dans toutes les expériences on a employé le même poids de sol, comprenant $3^{kg}$ de sable quartzeux et $550^{cc}$ de solution nutritive et d'eau de lavage, soit un sol à 15,5 pour 100 d'humidité.

» Voici les résultats obtenus :

| | Témoin | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $CO^2$. | O. | Az. | Total. |
| Introduit au début .......... | $42^{cc}$ | $324^{cc}$ | $1224^{cc}$ | $1590^{cc}$ |
| Extrait à la fin ............. | 50 | 312 | 1226 | 1588 |
| | + 8 | — 12 | + 2 | — 2 |

» La variation de l'azote est de l'ordre des erreurs possibles. Celle de

(¹) Cuivre électrolytique.

l'acide carbonique et celle de l'oxygène, quoique sensibles, sont faibles; elles doivent correspondre à une petite combustion de matière organique dans le sol.

| | I. Lin commun. | II. Pois nains. | III. Moutarde blanche. Pas de carbonate de chaux dans le sol. | IV. Moutarde blanche. 5gr,81 de carbonate de chaux dans le sol. |
|---|---|---|---|---|
| Poids des graines..... | 18mg,9 | 499mg,8 | 28mg,8 | 25mg,9 |
| Azote gazeux mis en œuvre............ | 3700cc | 4588cc | 5430cc | 4700cc |
| Hauteur des plantes au-dessus du sol....... | 2 pl. de 51c, 64c. | 2 plants de 40cc. | 3 pl. de 8c, 43c, 54c. | 3 pl. de 30c, 40c, 41c. |

*Acide carbonique.*

| | I. | | II. | | III. | | IV. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Introduit........... | 1460,0cc | | 1584,8cc | | 3007,5cc | | 3699,4cc | |
| Dégagé par le sol (d'après le témoin)..... | 8,0 | 1468,0cc | 8,0 | 1592,8cc | 8,0 | 3015,5cc | 8,0 | 3707,4cc |
| Subsistant à la fin..... | | 71,0 | | 790,0 | | 179,4 | | 583,4 |
| Disparu par le fait des plantes............. | | 1397,0 | | 802,8 | | 2836,1 | | 3124,0 |

*Oxygène.*

| | I. | | II. | | III. | | IV. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Introduit........... | | 978,9cc | | 930,1cc | | 852,1cc | | 855,8cc |
| Existant à la fin à l'état gazeux........... | 1497,6cc | | 1766,3cc | | 2463,5cc | | 1283,4cc | |
| Absorbé par le cuivre.. | 1020,0 | 2529,6 | » | 1778,3 | 1639,5 | 4115,0 | 3119,9 | 4415,3 |
| Absorbé par le sol (d'après le témoin)..... | 12,0 | | 12,0 | | 12,0 | | 12,0 | |
| Apparu par le fait des plantes............. | | 1550,7 | | 848,2 | | 3262,9 | | 3559,5 |
| $\frac{\text{Vol. CO}^2\text{ disparu}}{\text{Vol. O apparu}}$..... | $\frac{1397,0}{1550,7}=0,90$ | | $\frac{802,8}{848,2}=0,95$ | | $\frac{2836,1}{3262,9}=0,87$ | | $\frac{3124,0}{3559,5}=0,88$ | |

» J'ai cherché, comme je l'avais fait précédemment, une vérification des résultats dans l'établissement du *bilan* du carbone, c'est-à-dire que j'ai déterminé tout le carbone introduit dans les appareils avec l'acide carbonique, les graines et le sol, et tout le carbone extrait avec les plantes, le sol et l'acide carbonique subsistant à la fin; les deux quantités doivent être égales. Il y a, en effet, égalité à peu près parfaite dans l'expérience II;

mais dans les expériences I et III, il n'en est pas tout à fait de même, ainsi qu'il résulte des chiffres suivants (¹) :

| *Carbone mis en œuvre.* | I. | II. | III. | *Carbone retrouvé finalement.* | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mg | mg | mg | | mg | mg | mg |
| Dans le sol au début. | 43,3 | 43,3 | 62,9 | Dans le sol à la fin... | 88,9 | 85,2 | 215,6 |
| Dans les graines.... | 8,0 | 195,6 | 12,0 | Dans les plantes.... | 660,0 | 581,4 | 1336,3 |
| Dans l'acide carbonique introduit... | 783,1 | 849,9 | 1613,0 | Dans l'acide carbonique extrait..... | 38,1 | 423,7 | 96,2 |
| | 834,4 | 1088,8 | 1687,9 | | 787,0 | 1090,3 | 1648,1 |

» Malgré de minutieuses analyses offrant, je crois, toutes garanties d'exactitude, je n'ai pu retrouver les $47^{mg},4$ et $39^{mg},8$ de carbone manquant finalement dans les expériences I et III. Il est très probable que cette disparition de carbone provient d'une absorption d'acide carbonique par le verre des grandes allonges à culture, verre qui se sera trouvé particulièrement alcalin. Si l'on admet cette explication, l'acide carbonique réellement disparu par le fait des plantes devra être diminué de celui qui correspond au carbone manquant et les valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$ deviendront pour I $\frac{1397^{cc},0 - 88^{cc},4}{1550^{cc},0}$ ou 0,84 et pour III $\frac{2836^{cc},1 - 74^{cc},2}{3262^{cc},9}$ ou 0,85. Ces nouvelles valeurs ne diffèrent pas profondément de celles qui figurent plus haut, en sorte que les résultats restent du même ordre, qu'il y ait eu réellement ou qu'il n'y ait pas eu d'absorption d'acide carbonique par le verre.

» Pour les Pois nains, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ a été sensiblement plus grand que pour les autres plantes. Il faut noter que ces pois se sont peu développés et que la germination a eu, dans leurs échanges gazeux avec l'atmosphère, une part importante, vu le poids relativement considérable des graines.

» *En résumé*, les expériences ci-dessus confirment, relativement au rapport $\frac{CO^2}{O}$ étudié sur des plantes entières et pendant une longue période de leur existence, les résultats et les conclusions que j'ai donnés précédemment. »

---

(¹) Je n'ai pas essayé de faire le bilan du carbone pour l'expérience IV, dans laquelle le sol avait reçu du carbonate de chaux. En effet, après dessiccation à la fin de l'expérience, le sol ne présentait pas l'homogénéité nécessaire au prélèvement des échantillons pour les analyses, parce que le carbonate de chaux pulvérulent, en vertu de sa légèreté relative, se séparait partiellement de la masse du sable quartzeux.

VITICULTURE. — *Greffage souterrain, appliqué à la conservation des vignes françaises non greffées.* Note de M. **Geneste**, présentée par M. Chatin.

« Le procédé que nous désirons soumettre à l'attention de l'Académie constitue un moyen simple, pratique et assuré de conserver, à peu de frais, ce qui nous reste de vignes françaises. Il consiste dans une *greffe souterraine,* permettant de fournir aux vignes plantées, non greffées, qui vivent encore et ont pu résister jusqu'à ce jour, des racines résistantes; et cela, sans interrompre leur végétation et nuire à leurs récoltes, qui ne peuvent qu'en être augmentées.

» Il peut, du reste, s'appliquer tout aussi bien aux vignes déjà greffées, pour le remplacement des racines mal adaptées par d'autres mieux appropriées au sol.

» Propriétaire, dans l'Isère, de vignes phylloxérées, et condamné à continuer les coûteux traitements antiphylloxériques jusqu'à l'inévitable agonie finale, ou à arracher nos vignes pour les remplacer par des américains greffés, nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible de fournir à nos ceps des racines résistantes, et de leur donner ainsi le moyen de vivre malgré les ravages de l'insecte et la suppression de leurs racines anciennes, soit par la greffe Cadillac renversée ([1]) appliquée aux souches, soit au moyen de greffons enterrés dans le sol et fixés à l'extrémité de sarments recourbés jusqu'à terre.

» Une première expérience, faite en mai 1892, ayant donné des résultats probants, nous nous disposions à passer immédiatement, sans autres expériences, à l'application pratique et à transformer, dès 1893, une partie de nos vignes, l'opération étant peu coûteuse et sans conséquence pour les ceps en opérant sur les sarments. Malheureusement, l'hiver si rigoureux de 1892-1893 les avait mises en tel état, qu'il était impossible de songer à une transformation régulièrement poursuivie, et nous avons dû nous contenter de continuer nos expériences, auxquelles nous avons procédé méthodiquement, pendant les mois d'avril, mai et juin, par des opérations hebdomadaires faites sur des sarments recourbés, fixés à des greffons enterrés dans le sol.

» Les résultats ont été absolument concluants. On peut s'en assurer par l'examen du Tableau ci-joint, où sont consignées nos opérations.

---

([1]) Et souterraine, c'est-à-dire avec le greffon enterré dans le sol.

» A toutes les époques, pendant ces mois d'avril, mai et juin, quels que soient les plants français, et pour les différents américains que nous avons employés, la réussite a été complète, et nos sarments se sont régulièrement soudés aux américains ([1]). Voici les proportions de réussites obtenues :

| | | Pour 100. | | Pour 100. | | Pour 100. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril | Le 11, | 50 | Le 17, | 54 | Le 25, | 44 |
| Mai | Le 8, | 71 | Le 16, | 43 | Le 26, | 83 |
| Juin | Le 5, | 80 | Le 14, | 60 | Le 26, | 55 |

» La moyenne générale est de 59 pour 100 de greffes soudées, racinées et généralement parfaitement soudées.

» Ces résultats sont d'autant plus remarquables, que nous avons opéré sur des vignes que l'hiver de 1892-93, extrêmement rigoureux dans notre localité, avait mises en très mauvais état; tous les bourgeons étaient noirs, une grande partie des bois et des ceps eux-mêmes étaient gelés.

» Nous pouvons donc affirmer aujourd'hui que la greffe souterraine, appliquée à nos différents plants français, réussit au moins pendant trois mois, lorsqu'elle est appliquée à l'extrémité des sarments ([2]). On doit donc pouvoir ainsi sauver toutes nos vignes, soit en remplaçant les racines françaises menacées ou malades par des racines résistantes, soit en remplaçant les racines américaines mal adaptées par d'autres mieux appropriées.

» Mais, en général, pour la vigne et les autres plantes greffables, le système doit offrir une application utile chaque fois qu'il y aura, pratiquement, avantage au remplacement de racines insuffisantes, malades ou vieillies, par d'autres présentant de meilleures conditions physiologiques.

» Nous n'avons pas à nous étendre sur les avantages économiques qui résulteront de l'application aux vignes non greffées; ils sont évidents, car avec une dépense, variable suivant le mode de culture, mais qui, pour nos vignes en hautains du Dauphiné, n'excédera pas le prix d'un traitement annuel au sulfure de carbone, nous rendrons nos vignes résistantes. Évitant ainsi l'arrachage, nous économiserons cinq ou six récoltes, tout en

([1]) Il est évident qu'elle réussirait tout aussi bien en mars et qu'elle doit pouvoir se continuer en juillet, août, etc. Si nous n'avons pas commencé en mars, c'est que la rigueur de la température s'y opposait, et si nous nous sommes arrêté en juillet, c'est que les bois américains qui nous restaient étaient en trop mauvais état pour être employés.

([2]) Elle doit encore mieux réussir par la greffe Cadillac appliquée aux souches.

conservant les qualités de notre vin et en obtenant probablement davantage, par suite de l'alimentation supplémentaire des racines nouvelles. Bref, du fait des récoltes conservées, c'est une économie sur le procédé de reconstitution par des américains greffés, de 5000 à 20 000[fr] de plus par hectare, suivant la qualité des vins récoltés, et, si nous multiplions par le nombre d'hectares non greffés en France, nous obtiendrons un chiffre fort respectable de milliards, conservés à notre pays ([1]). »

VITICULTURE. — *Sur les exigences de la vigne directe ou greffée.* Note de M. **Albert Renault**, présentée par M. Troost.

« Le rendement de la vigne étant variable avec le climat sous lequel elle végète, il est nécessaire de déterminer ses exigences pour chaque région vignoble. On sait, d'autre part, que la pratique du greffage de la vigne tend à se généraliser, soit pour triompher du Phylloxera, soit afin d'obtenir de plus beaux fruits; il peut arriver dès lors que, dans un même vignoble, la vigne greffée demande au sol des principes nutritifs en proportions différentes de celles qu'exige la vigne directe, et variables d'ailleurs avec la nature du porte-greffe.

» J'ai essayé de préciser quelles sont les exigences de la vigne dans le Beaujolais, où jusqu'ici de semblables recherches n'ont pas été faites. La variété cultivée dans cette région est le Gamay rouge, qu'on plantait, sans le greffer, avant l'invasion phylloxérique; maintenant on le greffe au préalable sur Riparia ou sur Viala, si bien que la plantation directe disparaît graduellement.

» Le vignoble, qui a servi de champ d'expérience, est la propriété de M. Condeminal de Belleverne ([2]), l'un des viticulteurs les plus habiles et les plus soigneux du Beaujolais; on y trouve des Gamays directs, en belle végétation, à côté de superbes Gamays greffés sur Viala ou sur Riparia, venant tous dans les mêmes terrains à sol argilo-siliceux et sous-sol argileux.

» La récolte sur laquelle ont porté les déterminations est celle de 1892, excellente

---

([1]) Quant aux résultats donnés par nos greffes, en dehors des deux spécimens que nous présentons à l'Académie, il est facile de les contrôler sur place, à Vignieu, et nous sommes à la disposition des personnes que cela peut intéresser.

([2]) M. Condeminal a bien voulu se charger, en pleines vendanges, de faire les pesées nécessaires. Qu'il me permette de le remercier ici.

dans la région, comme qualité et comme quantité. Le Gamay direct a donné 14406$^{kg}$ de vendange à l'hectare, le Gamay sur Riparia 15358$^{kg}$, et enfin le Gamay sur Viala 9763$^{kg}$. Le rendement de ce dernier plant est moins élevé que celui des autres, parce qu'il est plus accessible à la coulure; pourtant, la récolte qui lui correspond est encore satisfaisante : en 1892, dans le Beaujolais, il a suffi de 130$^{kg}$ de vendange pour faire 1$^{hlit}$ de vin rouge, ce qui porte cette production du Gamay sur Viala à plus de 75$^{hlit}$ de vin rouge à l'hectare.

» Ces diverses sortes de vendange ont été séparément pressurées en blanc, c'est-à-dire peu pressées, pour laisser la matière colorante rouge dans le marc, et l'analyse a porté sur le vin blanc qui en est résulté, le marc et les sarments. Le Gamay direct a produit ainsi 7987$^{lit}$ de vin blanc, 5437$^{kg}$ de marc et 2250$^{kg}$ de sarments à l'hectare; le Gamay sur Riparia, dans les mêmes conditions, a produit 9762$^{lit}$ de vin blanc, 5666$^{kg}$ de marc et 3863$^{kg}$ de sarments; le Gamay sur Viala 5605$^{lit}$ de vin blanc, 3579$^{kg}$ de marc et 4948$^{kg}$ de sarments.

» Le Tableau suivant contient les résultats d'analyse :

| | | Gamay | | |
|---|---|---|---|---|
| | | direct. | sur Riparia. | sur Viala. |
| Par litre de vin blanc. | Azote | 0,258 | 0,2518 | 0,2686 |
| | Acide phosphorique | 0$^{gr}$,267 | 0$^{gr}$,2875 | 0$^{gr}$,311 |
| | Potasse | 0$^{gr}$,685 | 0$^{gr}$,7634 | 0$^{gr}$,954 |
| Pour 100 de sarments. | Azote | 0,3415 | 0,33 | 0,337 |
| | Acide phosphorique | 0,225 | 0,1777 | 0,231 |
| | Potasse | 0,704 | 0,6797 | 0,819 |
| Pour 100 de marc. | Azote | 0,467 | 0,48 | 0,3938 |
| | Acide phosphorique | 0,164 | 0,173 | 0,1524 |
| | Potasse | 0,773 | 0,7493 | 0,395 |

» L'inspection de ce Tableau montre que le vin de greffes est plus riche en principes fertilisants que celui de Gamay direct; à la dégustation, le vin du Gamay sur Riparia, planté depuis neuf ans, a paru aussi bon que celui du Gamay direct, âgé de vingt-sept ans, tandis que le Gamay sur Viala, âgé de onze ans, a donné un vin de qualité supérieure aux deux autres. Les sarments de Gamay sur Riparia sont, par contre, les plus pauvres en azote, en potasse et surtout en acide phosphorique; il en est de même du marc de Gamay sur Viala, dont la pauvreté est vraisemblablement corrélative de la richesse du vin correspondant.

» On déduit des nombres du Tableau précédent les quantités suivantes de matières nutritives, exigées par hectare de vigne :

| | Azote. | Acide phosphorique. | Potasse. |
|---|---|---|---|
| | kg | kg | kg |
| Gamay direct | 35,138 | 16,113 | 63,343 |
| Gamay sur Riparia | 42,408 | 19,475 | 76,171 |
| Gamay sur Viala | 32,282 | 18,628 | 60,012 |

» La greffe sur Riparia se montre donc beaucoup plus exigeante que le plant direct; la greffe sur Viala semble, au contraire, l'être un peu moins. Mais ce n'est là qu'une apparence; en général, la greffe sur Viala est plus vigoureuse que l'autre, et, quand elle se trouve dans des conditions défavorables à la coulure, elle donne un rendement supérieur; ainsi, en 1888, ce même Gamay sur Viala a rapporté $190^{\text{hlit}}$ de vin rouge à l'hectare. Il n'y aurait pas exagération à admettre que cette greffe aurait pu produire, en année courante, $10\,000^{\text{lit}}$ de vin blanc et à élever proportionnellement le poids du marc à $6385^{\text{kg}}$, en conservant le même poids de sarments. Dans ces conditions nouvelles, il faudrait au Gamay sur Viala, par hectare :

| Azote. | Acide phosphorique. | Potasse. |
| --- | --- | --- |
| $44^{\text{kg}},500$ | $24^{\text{kg}},269$ | $75^{\text{kg}},284$ |

» Ces nombres se rapprochent de ceux qui se rapportent à la greffe sur Riparia; la consommation d'acide phosphorique est cependant plus élevée.

» Quoi qu'il en soit, toute hypothèse mise à part, l'exportation des principes fertilisants par l'ensemble du vin, du marc et des sarments, est bien plus considérable dans le Beaujolais qu'en Alsace, où Boussingault l'estimait à $16^{\text{kg}},42$ de potasse et à $7^{\text{kg}},23$ d'acide phosphorique, et que dans le sud-ouest de la France, où, abstraction faite des feuilles, elle est, d'après M. Müntz, de $16^{\text{kg}},031$ d'azote, $6^{\text{kg}},221$ d'acide phosphorique et $24^{\text{kg}},322$ de potasse à l'hectare. Ceci concorde avec ce fait que les rendements de la vigne dans le Beaujolais sont bien plus considérables qu'en Alsace et que dans le sud-ouest de la France.

» Dans tout ce qui précède, les feuilles ont été systématiquement laissées de côté : au premier abord, elles paraissent faire retour intégral au sol; mais certaines considérations m'ont conduit à penser qu'il n'en est pas ainsi, et qu'il est possible de déterminer, en moyenne, la proportion des feuilles perdues par le terrain qui les a produites; je me propose de revenir ultérieurement sur cette question (1). »

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Ditte, à la Sorbonne.

POMOLOGIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude d'une variété de pomme à cidre, à tous ses âges*. Mémoire de M. A. TRUELLE, présenté par M. Chatin. (Extrait par l'auteur.)

« Cette étude, commencée avec la *fleur* de la variété, a été poursuivie jusqu'à la *pourriture noire* des fruits; elle a donc épuisé le cycle des phénomènes qu'ils comportent à toutes les phases de leur existence, qui s'est prolongée pendant une année révolue.

» Ces recherches ont été entreprises dans le but : 1° de déterminer aussi rigoureusement que possible la variété en tant que fruit; 2° de fixer sa composition chimique aux différentes phases de sa vie complète : développement et maturité à l'arbre, puis, maturité dans le grenier et enfin, au delà, c'est-à-dire dans la période de décomposition; 3° d'indiquer le moment spécial où le fruit, en possession du maximum de ses qualités, doit être livré à l'industrie pour donner un jus répondant à ce summum. Pour y parvenir, je me suis astreint à douze analyses mensuelles.

» La variété Amère, de Surville, en tant qu'arbre, a la forme pyramidale. Vigoureuse, rustique et fertile, elle peut rapporter entre 5 à 6 hectolitres. Comme fruit, elle appartient dans mon classement ([1]) à la Classe IV. Fruits *jaunes verdâtres*, IVe groupe, fruits gros; 2e catégorie, fruits coniques. Ses caractères essentiels sont : une forme conique, mamelonnée; un épiderme jaune verdâtre; un pédoncule long inséré dans une cavité caractérisée par l'absence de gris roux. A l'intérieur, on constate par des coupes verticales et transversales que le trajet des styles est peu visible; que le cœur est assez régulier et que le point d'émergence des faisceaux sépalaires et pétalaires est presque aussi souvent à angle droit qu'en ovale. Les anastomoses de ces faisceaux ne sont visibles à l'œil nu que jusqu'au mois d'octobre. Ses affinités les plus proches sont avec la *Bouteille rouge*. Sa maturité à l'arbre la classe dans les fruits de deuxième saison, mais son coefficient de garde, qui est des plus élevés, permet de la conserver aussi longtemps que ceux de troisième saison. Son coefficient d'évaporation ou de déperdition est de 1gr,75 par jour par kilogramme de fruit. Voici son analyse moyenne, pour la période de garde réellement utilisable, rapportée à un litre de jus : densité, 1058; sucre total, 125gr; tannin, 8gr,68; matières pectiques, 3gr,20; acidité évaluée en acide sulfurique monohydraté, 2gr,14. Sa qualité maîtresse, c'est sa richesse en tannin, qui manque souvent dans les fruits à cidre; aussi mérite-t-elle d'être propagée.

» Les Tableaux analytiques se rapportent aux différents âges des fruits,

([1]) Voir : *L'art de reconnaître les fruits de pressoir*. Garnier frères, libraires-éditeurs, 6, rue des Saints-Pères.

répartis comme il suit : 1° Période de formation et de développement, quatre mois : juin à septembre; 2° période de maturité à l'arbre : un mois et demi : octobre à la mi-novembre; 3° période de maturité de garde réellement utilisable, trois mois : novembre à février; 4° période au delà, cinq mois : mars à juillet.

» Il ressort de ces analyses que le bois, les feuilles et les fleurs possèdent les mêmes principes que les fruits et que ce sont les fleurs qui s'en rapprochent le plus. Pendant la première période, les sucres qui constituent l'élément le plus important des fruits et dont on peut suivre plus nettement les variations prennent une marche régulièrement croissante; rien de précis sur le tannin, les matières pectiques et les sels, mais l'acidité et le tissu végétal vont en diminuant progressivement, l'eau de végétation restant à peu près stationnaire. Pendant la seconde période, les phénomènes se montrent les mêmes; les sucres qui, au début, figurent pour le $\frac{1}{60}$ du poids total, en atteignent le $\frac{1}{10}$. Pendant la troisième phase, ils arrivent à 12 pour 100; l'eau de végétation et l'acidité se maintiennent, tandis que la fibre végétale va en diminuant; le tannin et les matières pectiques subissent des variations non élucidées. Dans la quatrième période, les sucres montent encore jusqu'à leur point culminant, 14 pour 100, mais ce summum est dû à la forte évaporation subie par les fruits où l'eau de végétation descend jusqu'à 75 pour 100, alors qu'elle s'était maintenue à 80 pour 100 pendant les expériences antérieures, et, conséquence naturelle, la fibre a augmenté. Pendant la dernière période, la pourriture, on retrouve encore les mêmes principes, mais en proportion variable, selon l'état de décomposition des fruits.

» Au reste, voici les termes extrêmes qu'ils présentent dans leurs variations :

| Principes. | | Minimum. | Maximum. | Variations. |
|---|---|---|---|---|
| Eau de végétation ... | | 74gr,60, fruit pourri, juin, fin des expériences. | 82gr,21 en juillet, début des expériences. | C'est l'élément qui varie le moins. |
| *Sucres.* | Sucre interverti..... | 1gr,504, juin, début des expériences. | 14gr,89 en juillet, fin des expériences. | Les variations des sucres sont très sensibles, celles du saccharose sont les plus grandes. |
| | | 10gr,542, novembre, pour la période de garde utilisable. | 11gr,99 pour la période de garde utilisable. | |
| | Saccharose. | 0gr,139, fruit pourri, juillet, fin des expériences. | 1gr,70, novembre. | |
| *Tannin* ........... | | 0gr,444, en novembre. | 1gr,99, juillet, début des expériences. | Ce principe, mal défini, est très variable. |

| Principes. | Minimum. | Maximum. | Variations. |
| --- | --- | --- | --- |
| Matières pectiques, albuminoïdes, etc... | 0gr,300, en août. | 2gr,20, juillet, fin des expériences. | Très variables. |
| Acidité totale en acide malique.......... | 0gr,085 pour la majorité des mois en expérience. | 0gr,510, fruit pourri, en juin. | Peu variable. |
| *Tissu végétal*....... | 5gr,056 en décembre. | 13gr,07 en juin, début des expériences. | Assez variable. |
| *Cendres totales*..... | 0gr,451 en janvier. | 1gr,287 en juin, début des expériences. | Très variables. |

» Des analyses comparatives de la pulpe et du jus, il appert que, au point de vue pratique, c'est pendant les mois de décembre et de janvier qu'il convient de brasser ces fruits, pour en retirer tout à la fois le meilleur produit et le plus grand parti, puisque, à cette époque, ils abandonnent 94 pour 100 environ de principes utilisables. »

GÉOLOGIE. — *Preuves et cause du mouvement lent actuel de la Scandinavie.* Note de M. **A. Badoureau**, présentée par M. Daubrée.

« La réalité du mouvement lent ascensionnel de la Scandinavie, par rapport au niveau de l'Océan dans son voisinage, résulte du concours des huit preuves suivantes, si contestables soient-elles, considérées chacune isolément : je les rappellerai en peu de mots.

» I. La relégation dans l'intérieur des terres de Luleå, fondée par Gustave-Adolphe au bord du golfe de Bothnie.

» II. La diminution de profondeur du chenal de Stoestsund, du port de Landskrona, etc.

» III. L'élévation, par rapport au niveau de la mer, de 99 repères tracés de main d'homme sur les côtes de la Baltique depuis 1730 (87 en Suède et 12 en Finlande), et réobservés ultérieurement.

» IV. L'élévation, par rapport au niveau de la mer, de 27 marques tracées en Norvège, près du cap de Lindesnaes, en 1839, et réobservées en 1865.

» V. La présence dans les lacs finlandais et scandinaves, à côté d'une faune d'eau douce d'importation récente, d'espèces regardées comme des *résidus* d'une faune d'eau salée et froide, adaptée progressivement à la vie dans les eaux douces et tempérées. Cette faune comprend, d'après M. Credner, un MAMMIFÈRE confiné d'ailleurs dans les lacs de Finlande (*Phoca annellata*), des POISSONS (*Cottus quadricornis, Trutta salar, Trutta lacustris*), des

CRUSTACÉS (*Mysis relicta, Pontoporeia affinis, Pallasea cancelloïdes, Gammaracanthus loricatus, Idotea entomon, Cythere lacustris, Limnocalanus macrusus*).

» VI. La présence d'anciennes lignes de rivage de la mer moderne, actuellement surélevées jusqu'à $200^m$ environ d'altitude, et se présentant sous les trois aspects suivants : de crêtes de galets, de falaises d'érosion ou de deltas fluviaux.

» VII. L'existence, dans la Suède méridionale, de dépôts d'argile colorée interglaciaire, et d'argile blanche postglaciaire, contemporaine des Kjökkenmöddings danois. Ces dépôts prouvent que la mer a, par deux fois, formé un *sund* à travers les lacs Wener, Hjelmar et Maelar.

» VIII. La présence, constatée par M. Sars, près Drobak (Xinafjord), jusqu'à $150^m$ d'altitude, du MADRÉPORE appelé *Oculina prolifera*.

» Les *åsar* ont été regardés par M. Erdmann comme d'anciens cordons littoraux, mais ce sont visiblement, comme l'a dit M. Törnebohm, d'anciennes alluvions de fleuves superglaciaires, et ils n'ont conséquemment rien à voir avec le mouvement de la Scandinavie.

» La cause de ce phénomène nous paraît, comme à M. de Drygalski et à M. de Lapparent, devoir être cherchée dans le récent échauffement du sol et du sous-sol scandinaves. M. de Drygalski a montré, en 1888, que cette cause était adéquate à l'effet observé. Le calcul suivant, fondé sur des hypothèses vraisemblables, prouve qu'elle lui est presque égale.

» On sait qu'à la dernière époque glaciaire, les glaces scandinaves couvraient la péninsule (moins la Scanie), la Baltique et la Finlande, soit une calotte d'environ $1500^{km}$ de diamètre. Au contact de l'épais manteau de glace, dont il fondait la base, le sol était à la température de $0°$; actuellement, la température moyenne de l'atmosphère et, par conséquent, la température du sol est à Skudesnaes de $7°,1$, à Röraas de $-2°,5$ et peut être évaluée en moyenne sur la calotte de $3°$ environ.

» Depuis l'époque glaciaire, le sol et, conséquemment, le sous-sol de cette région se seraient donc échauffés d'environ $3°$.

» Le coefficient de dilatation linéaire des roches qui constituent ce sous-sol étant 0,000 008, un arc de $1 500 000^m$ s'est allongé de $36^m$.

» Soient

$2\alpha$ l'angle au centre qui sous-tend cet arc;

$x$ le surhaussement de son milieu;

$y$ le déplacement de son centre.

On a évidemment

$$2\pi R = 40\,000\,000, \qquad 2\alpha R = 1\,500\,000,$$

$$d(2\alpha R) = 36, \qquad d(R\sin\alpha) = 0, \qquad d(R\cos\alpha) = +y, \qquad dR = x - y.$$

» On en tire

$$\alpha = \frac{3\pi}{80}, \qquad \alpha\, dR + R\, d\alpha = 18,$$

et, approximativement,

$$\left(\alpha - \frac{\alpha^3}{6}\right) dR + R\left(1 - \frac{\alpha^2}{2}\right) d\alpha = 0,$$

$$\left(1 - \frac{\alpha^2}{2}\right) dR - R\alpha\, d\alpha = -dy;$$

d'où

$$dR = -\frac{54}{\alpha^3}, \qquad x = \frac{27}{\alpha} = 229.$$

» Le contour de la calotte glacée est resté immobile, le surhaussement du centre aurait été de $229^m$, si le chiffre de 3° est exact, et les *isoanabases* ou lignes d'égal soulèvement sont parallèles au contour.

» La Carte de ces isoanabases, tracée par M. de Geer en 1890, satisfait à ces conditions, autant que le permettent le défaut d'homogénéité de la masse et le défaut de fixité de ses bords. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur le calcaire oolithique supérieur au gypse de Villejuif, près Paris.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Ch. d'Orbigny a signalé dans les marnes supérieures au gypse de Villejuif, près Paris, une couche mince de calcaire oolithique, dont l'extension géographique paraît extrêmement limitée. Des coupes étudiées récemment m'ont montré que cette formation est un peu moins élevée dans la série stratigraphique qu'on ne le pense généralement ; M. Gustave Dollfus le place certainement trop haut, quand il le rapporte au niveau du sable verdâtre qui sépare l'argile verte du calcaire de Brie ([1]). C'est, au contraire, dans la région inférieure de l'horizon marneux, désigné sous le nom de *marnes à cyrènes*, que le calcaire oolithique constitue un accident.

([1]) *Notice sur une nouvelle Carte géologique des environs de Paris*, p. 69 ; 1885.

» Des tranchées pratiquées sur la route d'Italie, pour l'installation de conduites d'eau, m'ont fait voir que ce calcaire forme deux petites couches bien continues, de $0^m,20$ et de $0^m,25$ d'épaisseur, séparées par un intervalle de $0^m,8$ à $0^m,10$ de marne. Dans l'excavation ouverte lors de l'établissement du grand réservoir voisin, les deux couches se réunissent en une seule qui mesure de $0^m,30$ à $0^m,35$ d'épaisseur.

» A sa partie supérieure, le calcaire oolithique est terminé par une surface extrêmement nette, d'apparence usée et comme polie horizontalement, sur laquelle repose la marne verdâtre semblable à celle qu'on trouve un peu plus bas sur la marne à *Lymnæa strigosa*.

» Je crois qu'on n'a pas encore appelé l'attention sur cette circonstance, observée lors d'une des dernières excursions géologiques publiques du Muséum, qu'à l'inverse des marnes vertes et conformément aux marnes jaunes, le calcaire oolithique de Villejuif est fossilifère.

» Il renferme, en effet, des ossements de poissons qui, pour ne pas être très communs, peuvent cependant être recueillis en nombre, ainsi qu'en témoignent les matériaux mis à ma disposition par M. Gilland, préparateur au Muséum, et par un jeune géologue plein d'ardeur pour la Science, M. Henri Desmaisons, interne en Pharmacie.

» Les échantillons réunis consistent en pièces squelettiques variées, parmi lesquelles dominent des vertèbres et des os operculaires et préoperculaires : ils devront être soumis à une étude méthodique, qui conduira peut-être à une détermination précise.

» Chimiquement le calcaire oolithique de Villejuif renferme :

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux.............. | 86,68 |
| Argile.......................... | 5,20 |
| Sable quartzeux................. | 6,20 |
| Oxyde de fer.................... | 0,34 |
| Carbonate de magnésie........... | 1,25 |
| Phosphate de chaux ............. | traces très sensibles |
| Perte........................... | 0,33 |
| | 100,00 |

» Sa densité est égale à 2,56.

» Sa structure oolithique est tout à fait exceptionnelle parmi les roches parisiennes et reproduit celle de maintes roches jurassiques. Les globules constitutifs, qui mesurent de $0^{mm},3$ à $1^{mm}$, ne représentent d'ailleurs pas la totalité de la roche. Un simple coup d'œil montre, çà et là, dans celle-ci, de petites plaquettes argileuses, qui d'abord font penser, à tort, à des débris de coquilles. Écrasé avec précaution dans un mortier,

puis soumis à un lavage répété jusqu'à ce que les eaux ne soient plus aucunement troublées, le calcaire se scinde en :

| | |
|---|---|
| Globules | 84,33 |
| Matière amorphe | 15,67 |

» Il est remarquable que le pilon, employé avec précaution, ne brise pour ainsi dire aucun des globules : tous ceux que procure le lavage sont parfaitement entiers. En outre, on est frappé de ce que la partie terreuse est extrêmement argileuse et ne renferme que très peu de sable. Les éléments quartzeux mentionnés plus haut font à peu près tous partie des globules. J'ai trouvé dans la partie terreuse :

| | |
|---|---|
| Argile | 33,18 |
| Calcaire | 65,07 |
| Sable quartzeux | 1,75 |

» Le lavage s'est parfois réalisé spontanément dans la nature. Une partie de la couche, au réservoir de Villejuif, est friable et presque exclusivement formée de globules. La matière calcaire argilo-sableuse y est en quantité très faible.

» Quand on examine au microscope une lame mince de la roche de Villejuif, on y voit de toutes parts des grains quartzeux plus ou moins irréguliers, enrobés de pellicules calcaires superposées, et dont chacune est formée de fibres cristallines convergeant vers la région centrale. Cette structure remarquable est exactement celle des grains phosphatés de la craie brune de Beauval et de Ciply, et tient certainement à la même cause générale. Les ossements fossiles ne sont nulle part incrustés de calcaire. La matière argileuse, qui cimente toute la masse, s'est évidemment infiltrée entre les oolithes déjà constituées, et qui devaient être charriées de la source incrustante où elles avaient pris naissance, jusque dans le bassin marin où elles s'accumulaient avec les débris organiques maintenant fossilisés. »

M. **Aristide Dumont** adresse une nouvelle Lettre relative à son projet du canal d'irrigation du Rhône.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 20 novembre 1893.

*Les Tortues éteintes de l'île Rodriguez, d'après les pièces conservees dans les galeries du Muséum*, par M. Léon Vaillant. (Extrait du volume commémoratif du *Centenaire de la fondation du Muséum d'Histoire naturelle.*) Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 fascicule in-4°. (Présenté par M. Émile Blanchard.)

*Le Merveilleux scientifique*, par J.-P. Durand (de Gros). Paris, F. Alcan, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

*Traité élémentaire d'analyse qualitative des matières minérales*, par Alfred Ditte, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, V^ve Ch. Dunod, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

*Puissance d'action des injections brown-séquardiennes chez l'adulte et le vieillard*, par les D^rs René Serrand et L. Jordanis. Paris, Maloine; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie*, rédigé par MM. Fremy, Regnauld, Lefort, Planchon, Riche, Jungfleisch, Petit, Villejean, Bourquelot et Marty; n° 10, 15 novembre 1893. Paris, G. Masson; 1 fascicule in-8°.

*Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. — Éloge de Lichtenstein*, par M. Armand Sabatier. — *Étude de la valeur thermique de la fonction alcool*, par M. de Forcrand. — *Spermatogenèse chez les Crustacés décapodes*, par M. Armand Sabatier. 2^e série, t. I, n° 1. Montpellier, Ch. Bœhm, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Sur de nouvelles franges d'interférences rigoureusement achromatiques*, par M. Georges Meslin. 2^e série, t. I, n° 2. Montpellier, Ch. Bœhm, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Rapport sur les découvertes faites par M. Savenkov, dans la Sibérie orientale.* Lecture faite à l'Académie des Sciences dans la séance du 27 février 1893 par le Baron de Baye, Membre de la Société nationale des Antiquaires de France, etc. Paris, Nilsson, 1894; 1 broch. in-4°.

*Essai sur l'unification internationale de l'heure*, par M. J. de Rey-Pailhade, Ingénieur civil des Mines. Toulouse, 1893; 1 broch. in-8°.

*Annales de la Faculté des Sciences de Marseille.* T. III, fascicules I, II et III. Marseille, Barlatier et Barthelet, 3 fasc. in-4°.

*Società reale di Napoli. Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche.* Serie seconda. Vol. V. Napoli, 1893; 1 vol. in-4°.

*Memorie di Matematica e di Fisica della Società italiana delle Scienze.* Serie terza. Tomo IX. Napoli, 1893; 1 vol. in-4°.

*American Journal of Mathematics.* Published under the auspices of the Johns Hopkins University. Volume XV, number 4. Baltimore, 1893; 1 vol. in-4°.

*Sechster Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre* 1887 *bis* 1891. Im Auftrage des Kgl. Preuss. Ministeriums für Landwirthschaft, Domänen und Forsten, herausgegeben von Dr Karsten, Dr V. Hensen, Dr I. Reinke, Dr K. Brandt. XVII. Bd XXI. Jahrgang. Berlin, P. Parey, 1893; 1 fasc. in-4°.

*The first steam screw Propeller Boats to navigate the waters of any country*, by Francis B. Stevens, 1893; 1 broch. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 novembre 1893.

*Bulletin des Sciences mathématiques,* rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série, tome XVII, août et septembre 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 2 fasc. in-8°.

*Annales agronomiques*, publiées, sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle. Tome XIX, n° 11. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Acta Mathematica,* journal rédigé par G. Mittag-Leffler. 17 : 1 et 2. Stockholm, Berlin, Paris, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

*Service hydrographique de la Marine. Des coordonnées rectangulaires et de leur emploi dans les calculs de triangulation*, par M. P. Hatt, ingénieur hydrographe. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

*Pêches et chasses zoologiques,* par le marquis de Folin. Paris, Baillière et fils, 1893; 1 volume in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

*Société de Géographie. Comptes rendus des séances,* 1893. N° 15; Séance du 3 novembre 1893. Paris, Société de Géographie; 1 fasc. in-8°.

*Essai de Géométrie analytique générale*, par le colonel de Tilly. Bruxelles, F. Hayez, 1893; 1 broch. in-8°.

*Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.* Deuxième supplément à la *Description géologique du Jura neuchâtelois, vaudois, des districts adjacents du Jura français et de la pleine* Suisse, par le professeur AUGUSTE JACCARD. Berne, 1893; 1 vol. in-4°.

*Résumé météorologique de l'année* 1892 *pour Genève et le grand Saint-Bernard,* par A. KAIMMERMANN, astronome. Genève, Aubert-Schuchardt, 1893; 1 vol. in-8°.

*Archives des Sciences biologiques,* publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale, à Saint-Pétersbourg. Tome II, n° 3. Saint-Pétersbourg, 1893; 1 vol. in-4°.

*The collected mathematical Papers of* ARTHUR CAYLEY, Sc. D., F. R. S., sablerian professor of pure Mathematics in the University of Cambridge. Vol. VI. Cambridge, 1893; 1 vol. in-4°.

*Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz,* herausgegeben von der geologischen Kommission der Schweiz. naturforschenden Gesellschaft auf Kosten der Eidgenossenschaft, etc., von Dr EDMUND VON FELLENBERG, von Prof. Dr CARL SCHMIDT, von Dr CASIMIR MŒSCH, von CARL BURKHARDT. Bern, 1893; 2 vol. in-4° avec atlas.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 20 novembre 1893.)

Note de M. *L. Lindet,* Développement et maturation de la pomme à cidre :

Page 698, ligne 8 en remontant, analyse du 9 octobre, *au lieu de* Saccharose 4,3, *lisez* 3,4.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 DÉCEMBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Signification de la localisation des organes dans la mesure de la gradation des végétaux;* par M. **Ad. Chatin**.

« Plus encore que leur variété, la localisation des organes contribue à donner la mesure de la gradation des espèces végétales. Un organe peut exister sans être localisé ou isolé, mais s'il est localisé, c'est qu'il existe.

» Tous les appareils des végétaux, ceux de la végétation comme ceux de la reproduction, apportent ici leur contingent de preuves.

» La racine donne des enseignements de grande valeur. Bien localisée chez les Dicotylédones en un seul axe, opposé, base à base, à la tige, et d'une durée sans autre limite que celle même de l'individu, elle est, dans les Monocotylédones, composée de multiples parties homologues; or il a été précédemment établi que la répétition ou multiplication de ces parties est un caractère de dégradation.

» En outre, ces racines sont comme arrêtées au milieu de la période embryonnaire et ne continuent leur évolution qu'à la germination, moment où elles se dégagent de la coléorhize.

» A noter encore la faible durée des racines des Monocotylédones, qui disparaissent successivement de bas en haut; les premières-nées, ou primaires, étant remplacées par de simples racines adventives, comme on le voit bien dans les Céréales et les Palmiers.

» Les Cryptogames vasculaires, placés encore plus bas sur l'échelle végétale, n'ont plus que les racines adventives ou secondaires des Monocotylédones.

» L'existence d'un axe caulinaire, produit de la localisation de tissus divers, qui vont se modifiant et se variant suivant la hiérarchie des groupes naturels, est un signe certain d'élévation organique; elle place, dès le bas du règne végétal, les Acrogènes (Hépatiques et Mousses) au-dessus des Amphigènes (Champignons, etc.).

» Encore purement cellulaire dans les Muscinées, l'axe tigellaire se complète chez les Cryptogames vasculaires par l'apparition de vaisseaux divers, parfois même, le plus souvent, il est vrai, durant une courte période transitoire de trachées vraies, lesquelles seront l'attribut général des Monocotylédones et des Dicotylédones.

» Comme leur racine, la tige des Dicotylédones est formée d'un axe simple, qui va se divisant en axes secondaires nés de bourgeons placés à l'aisselle des feuilles.

» Chez les Monocotylédones, les tiges sont ou multiples, ou simples, mais ordinairement, en ce dernier cas, à tronc non ramifié. A noter que la tige n'est simple ici (Palmiers, etc.) que par l'arrêt de développement de bourgeons axillaires; ce que démontre la ramification habituelle des *Dracæna* et parfois du Dattier, quand on en supprime la tête.

» L'Anatomie montre, entre les Monocotylédones et les Dicotylédones, des différences de localisation tout à l'avantage de celles-ci. A ne considérer ces différences que dans leurs grandes lignes, on trouve :

» Dans les Dicotylédones bien localisés : au centre de l'axe, un cylindre cellulaire, la moelle; autour de la moelle, un cercle ligneux vasculaire, limité au dehors par l'assise spéciale de cellules que M. Van Tieghem a dénommée *péricycle;* plus en dehors, un système cortical que limite intérieurement, au voisinage du péricycle, l'assise dite *endoderme* par le même savant.

» Chez les Monocotylédones, au contraire, il n'existe ni moelle loca-

lisée au centre, ni cercle fibro-vasculaire, ni système cortical périphérique distinct, mais des faisceaux épars et de structure complexe dans lesquels entrent, comme en désordre, tous les éléments histologiques si bien localisés dans la tige des Dicotylédones.

» A leur tour, les feuilles présentent, dans les Dicotylédones et les Monocotylédones, des états de localisation qui établissent la supériorité des premières par rapport aux secondes.

» Les feuilles des Dicotylédones ont généralement à leur base un pétiole où convergent et se localisent les faisceaux vasculaires, puis un limbe dans lequel ces faisceaux s'épanouissent. A la conjugaison des faisceaux succède leur disjonction; comme si deux forces, d'ordre opposé, agissaient successivement pour donner leur caractère spécial aux feuilles des Dicotylédones.

» Dans les Monocotylédones, au contraire, à la place du pétiole, à éléments vasculaires localisés, est une gaine circulaire d'où les faisceaux, restés parallèles, s'élèvent dans une sorte de limbe, continuation de la gaine. Ici donc ni concentration ou localisation au voisinage de la tige, ni disjonction ultérieure.

» C'est ainsi que, par défaut de localisation, les feuilles, comme la racine et la tige, placent les Monocotylédones au-dessous des Dicotylédones.

» Des exceptions en quelques Monocotylédones à pétiole et à limbe distincts (quelques Asparaginées notamment) et en certaines Dicotylédones munies de gaine et de limbe à nervation parallèle (quelques Renonculacées et Ombellifères) confirment même l'aperçu général en montrant que ces écarts se rencontrent précisément parmi les plus parfaites des premières et dans les plus dégradées des secondes.

» Parmi les Cryptogames vasculaires, les Fougères tranchent, par leurs feuilles à nervation rappelant celle des Dicotylédones, avec les Équisétacées et les Lycopodiacées, mais on remarquera que ces feuilles dites *frondes*, qui portent les fructifications, sont passées au service de l'appareil, d'ordre supérieur, de la reproduction.

» Quant à la symétrie de position des feuilles, plus souvent, il est vrai, alternes dans les Monocotylédones que chez les Dicotylédones, mais opposées chez les Clématidées au milieu du groupe abaissé des Renonculacées, etc., elle paraît être ici négligeable.

» Bien que parfois plus difficiles à dégager des appareils de la reproduction que de ceux de la nutrition, les signes de l'élévation des groupes naturels y sont variés et importants.

» Les enveloppes florales, les étamines et les pistils sont à considérer, d'abord dans leur individualité séparée ou autonome, ensuite dans les soudures ou fusions qui peuvent se produire entre eux.

» Les plantes pourvues à la fois de calice et de corolle, bien localisés, sont plus parfaites que celles réduites à une seule de ces enveloppes, que celle-ci soit un calice, ce qui est le cas ordinaire, ou une corolle suivant A. de Candolle, comme dans les Loranthacées.

» Quant à la distinction, ou localisation, du calice et de la corolle, elle est beaucoup plus nette dans les Dicotylédones que chez les Monocotylédones.

» Si bien caractérisées, en effet, dans les Dicotylédones, tant par leur point d'attache que par leur consistance, leur coloration verte et souvent par la préfloraison, les deux enveloppes se confondent à tel point dans l'embranchement inférieur des Monocotylédones, que des botanistes éminents ont pu soutenir, les uns, qu'elles n'ont pas de calice, les autres, qu'elles manquent de corolle : opinions fausses toutes deux, comme suffirait à le prouver, en dehors de l'Organogénie, la fleur du *Tradescantia*, à calice vert persistant et à corolle délicate d'une durée éphémère.

» L'Organogénie enseigne d'ailleurs que chez toutes les Monocotylédones à enveloppes florales, même fusionnées comme celles des Narcisses, après développement complet, les deux verticilles sont cependant très distincts au premier âge, par la position concentrique et alterne de leurs mamelons respectifs.

» La seule différence générale vers ce premier âge, entre les Monocotylédones et les Dicotylédones, c'est que chez celles-ci un temps sensiblement plus long se place entre l'apparition des mamelons de la corolle et de ceux du calice.

» Quelle est la signification de la cohérence ou soudure des parties homologues du calice et de la corolle? Négligée quant au calice, cette question a été posée, mais fort diversement résolue pour la corolle.

» Dans la division des plantes en Apétales, Monopétales et Polypétales, classification purement arithmétique (pas de pétale, un pétale, plusieurs pétales), Laurent de Jussieu a méconnu la nature de la Monopétalie, ce qu'il regardait comme une corolle formée d'un seul pétale résultant, en réalité, de la cohérence de tout un verticille de pétales, vérité qui, une fois admise, a justement fait substituer le terme de Gamopétale à celui de Monopétale.

» Autre chose est de P. de Candolle qui, après un examen approfondi

pour le temps, place les Thalamiflores ou Polypétales hypogynes au-dessus des Gamopétales.

» A. Brongniart, considérant que toute famille polypétale compte des Apétales, réunit avec raison les deux groupes en un seul sous le nom de *Dyalipétales*, appellation qui a, toutefois, le tort de faire croire à l'existence des pétales chez les Apétales faisant partie du groupe, groupe qu'il tient d'ailleurs justement pour inférieur à celui des Gamopétales, vue qu'adopteront Ad. de Jussieu et d'autres botanistes dont le seul tort fut de tenir les Gamopétales à ovaire infère pour supérieures aux Gamopétales hypogynes.

» L'idée de la supériorité des Gamopétales en général s'est fortifiée de l'Organogénie, montrant que les Polypétales ne sont que le premier âge des Gamopétales, les mamelons corollins étant invariablement distincts à leur apparition dans le très jeune bouton; d'où il ressort que la polypétalie n'existe que par suite d'un arrêt de développement, ce que confirment de nombreux cas de tératologie.

» La soudure des étamines à la corolle, à peu près générale dans les Gamopétales, à l'exclusion des Polypétales, est-elle un signe d'abaissement du type? Le fait que cette soudure, à quelques rares exceptions près (Caryophyllées surtout) n'existe pas dans les Polypétales, type inférieur à tant d'égards, suffirait à mettre en garde contre une telle conclusion, bien que conforme, en apparence, au principe de localisation.

» Mais ce serait là une exagération du principe. En effet, d'une part, la Morphologie indique que la soudure est gênée, sinon empêchée dans les Polypétales, en raison même de la ténuité des onglets des pétales qui laissent toute place libre pour l'attache des filets des étamines. Autre chose est des Gamopétales, qui occupent, par leur base continue, toute la circonférence du torus.

» Il y a plus; c'est que, au moment de leur apparition ou formation première, les étamines sont absolument distinctes des pétales, avec lesquels elles ne se soudent que tardivement.

» J'ajoute que dans un certain nombre de familles (Éricacées, Rhododendrées, notamment) de Gamopétales hypogynes les étamines, gardant leur localisation première, ne se soudent pas à la corolle. Sur ce point encore, les Corolliflores se montrent supérieures aux Gamopétales épigynes.

» J'ai dit que les Gamopétales à ovaire infère (Composées, Valérianées, Rubiacées, etc.) sont inférieures aux Gamopétales à ovaire supère

(Apocynées, Gentianées, Solanées, etc.); la preuve peut sembler encore à faire.

» Or tout, fixité plus grande de la corolle, préfloraison plus régulièrement verticillaire que spiralée ou imbriquée, surtout localisation complète du pistil dégagé de toutes soudures avec les appareils extérieurs de la fleur, apparition des Gamopétales hypogynes seulement dans les récentes formations géologiques, comme couronnement du règne végétal, démontre la supériorité organique de ce type.

» Faut-il rappeler qu'Adrien de Jussieu voyait le signe de l'élévation des Gamopétales dites *épigynes* (Composées, etc.), en ce qu'elles s'éloignaient le plus de l'appareil foliacé, inférieur, au point de vue des fonctions, à l'appareil floréal?

» Mais ce sentiment qui méconnaît l'importance de la localisation, aussi peu contestable en Botanique qu'en Zoologie, ne saurait être partagé. Qu'est-ce, en effet, que la localisation : la disposition, sur des points déterminés, de chacun des appareils et la séparation, ou distinction, de cet appareil d'avec tous autres, de ses voisins surtout.

» Le terme opposé à la localisation, c'est la diffusion, la confusion. Et la soudure, en un tout plus ou moins homogène du calice, de l'ovaire, des étamines et des pétales, qu'est-ce, sinon la confusion de tous ces organes?

» Que se soudent encore entre eux les ovaires, déjà soudés aux enveloppes de la fleur, comme on l'observe dans quelques Composées, Caprifoliacées et Rubiacées; qu'à tout cela s'unissent encore les Bractées et l'axe caulinaire lui-même, ainsi que cela a lieu dans l'Ananas, et sera réalisé l'idéal de la perfection, de par le principe directeur du savant botaniste qui voit l'appareil floral le plus élevé dans les plantes où par une inextricable confusion il s'éloigne le plus de la disposition foliacée.

» Mais les Conifères aussi s'éloignent fort, comme les Composées, par leur inflorescence capitée, de l'appareil foliacé, et cependant à nul ne viendra la pensée de voir dans ces végétaux à ovules sans péricarpe protecteur, privés d'enveloppes florales, etc., un type élevé.

» Concluons donc, tout y ramène, que les Gamopétales à ovaire infère constituent un type subordonné à celui des Gamopétales hypogynes.

» Comme on pouvait le prévoir en raison de la solidarité des deux règnes organiques sur toutes les grandes questions, la localisation n'est pas moins signe de l'élévation des types en Zoologie qu'en Botanique. On sait, en effet, que les appareils de la circulation, de la nervation, etc.,

encore diffus dans les animaux les plus inférieurs, vont se concentrant de plus en plus dans les types, à mesure que ceux-ci s'élèvent, pour arriver à la localisation la plus complète dans les Vertébrés supérieurs. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Colladon*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

| | |
|---|---|
| M. Riggenbach obtient. . . . . . . . . . . . . . | 31 suffrages |
| M. Dwelshauvers-Dery . . . . . . . . . . . . . | 10 » |

M. **Riggenbach**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui doivent être désignés à M. le Ministre des Finances, comme devant faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire.

MM. **Troost** et **Schützenberger** réunissent la majorité des suffrages.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'essai des oxydes de manganèse par l'eau oxygénée*. Note de M. **Harry-C. Jones**.

(Commissaires : MM. Daubrée, Troost, Mallard.)

« Leipzig, laboratoire de l'Université, novembre 1893.

» Un travail portant le titre ci-dessus a été communiqué récemment à l'Académie par M. Adolphe Carnot (1). Je demande à l'Académie la permission de faire remarquer que la méthode analytique indiquée par

(1) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1295.

M. Carnot est l'application d'une méthode plus générale, élaborée par moi il y a environ quatre ans et publiée depuis trois ans et demi, ou à peu près.

» On sait depuis longtemps que, au contact des peroxydes des métaux avec l'eau oxygénée, il se dégage de l'oxygène. G. Lunge (¹) a fait voir qu'en présence d'un acide cette réaction s'achève jusqu'à devenir quantitative; il a dosé lui-même le peroxyde de manganèse à l'aide de l'eau oxygénée en présence d'acide sulfurique. M. Ad. Carnot cite seulement la méthode de M. A. Riche (²), qui dose l'eau oxygénée à l'aide du peroxyde de manganèse et de l'acide sulfurique : dans la méthode qu'il propose luimême, il s'agit du dosage du peroxyde de manganèse à l'aide de l'eau oxygénée en présence d'acide azotique. Dans ces conditions, l'oxygène mis en liberté provient pour moitié du peroxyde de manganèse, et pour moitié de l'eau oxygénée, d'après l'équation

$$MnO^2 + H^2O^2 + 2HNO^3 = Mn(NO^3)^2 + 2H^2O + O^2.$$

» Si l'on connaît la quantité de substance employée, et qu'on mesure la quantité d'oxygène dégagée, il suffit d'un calcul très simple pour en déduire la quantité de peroxyde de manganèse qui est intervenue.

» M. Ad. Carnot montre encore que la même méthode peut servir à doser les oxydes $Mn^3O^4$ et $Mn^6O^{11}$, et donne finalement à entendre qu'elle peut être utilisée pour l'analyse des minerais de manganèse.

» En consultant l'*American Chemical Journal*, t. XII, p. 279; 1890, on verra que c'est précisément la méthode que j'avais trouvée et développée. Le même travail a été inséré dans l'*Analyst*, t. XVI, p. 215. Enfin on en trouve un compte rendu dans le *Central Blatt*, 2ᵉ série, p. 1027; 1890.

» A la même occasion, j'ai montré (³) qu'on peut doser le minium et le peroxyde de plomb à l'aide de l'eau oxygénée en présence d'acide azotique. D'après les équations

$$PbO^2 + H^2O^2 + 2HNO^3 = Pb(NO^3)^2 + 2H^2O + 2O,$$
$$Pb^3O^4 + H^2O^2 + 6HNO^3 = 3Pb(NO^3)^2 + 4H^2O + 2O,$$

---

(¹) Lunge, *Repert. Analyt. Chem.*, t. VI, p. 141.
(²) Riche, *Journ. Pharm. Chim.*, 6ᵉ série, t. XIII, p. 249.
(³) *Amer. Chem. Journal*, t. XII, p. 275; 1890.

une moitié de l'oxygène mis en liberté provient de l'oxyde de plomb; l'autre moitié, de l'eau oxygénée.

» Comme je l'ai rappelé plus haut, M. Lunge (1) a montré que le peroxyde de manganèse peut être dosé à l'aide de l'eau oxygénée en présence d'acide sulfurique; j'ai fait remarquer, à ce propos, qu'on se servira avec avantage de l'acide azotique, qui oxyde tout ce qu'il y a de protoxyde de fer dans les minerais de manganèse et prévient ainsi toute perte d'oxygène. J'ai fait voir encore qu'on peut doser l'eau oxygénée à l'aide d'un excès de minium ou de peroxyde de plomb en présence d'acide azotique, aussi bien que d'après la méthode de Lunge (2) qui implique l'emploi du chlorure de chaux. »

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur les déformations profondes du sphéroïde de Mars.* Note de DOM LAMEY, présentée par M. C. Wolf.

« Les déformations du disque de Mars se révèlent à l'observation sous quatre aspects très différents.

» Tantôt le disque paraît fortement déprimé, aux pôles principalement, et terminé alors par une ligne droite sous-tendant un arc variant de 36° à 70°, tantôt on remarque des proéminences sur les bords du disque, tantôt enfin, avant ou après l'opposition, la phase révèle sur le terminateur des inégalités de niveau considérables, donnant souvent à la partie éclairée du globe une apparence piriforme des plus accentuées.

» A ces inégalités, variant pour nous par la rotation et l'inclinaison des pôles de Mars, il faut ajouter les différences micrométriques si peu concordantes, trouvées successivement depuis Herschel jusqu'à nos jours, entre les diamètres équatoriaux et polaires de la planète. On avait supposé gratuitement que ces différences étaient dues à une dépression des pôles sous l'influence de la rotation et que le sphéroïde était de révolution; mais les aplatissements qui en résultaient étaient des plus variables et en plein désaccord d'ailleurs avec la théorie fondée sur la masse et la vitesse angulaire.

(1) LUNGE, *Repert. f. Analyt. Chem.*, t. XVI, p. 141.
(2) LUNGE, *Ber. Deutsch. Chem. Ges.*, t. XIX, p. 868.

» Aussi, en présence de cette difficulté, Laplace répondit un jour à Arago que « des bouleversements locaux, analogues à ceux dont on voit » les effets en diverses parties de la Terre, surtout dans les régions équa- » toriales, avaient pu avoir une plus grande influence sur la figure d'une » petite planète que sur celle de Jupiter ou de notre globe ». (ARAGO, *Mém. sur Mars,* t. II, p. 255 de ses *Mém. scientifiques*.)

» Ces déformations réclament aujourd'hui une attention particulière, non pas seulement parce qu'elles rendent hommage au génie de Laplace, mais encore parce qu'elles conduisent logiquement à la reconnaissance du système orographique de Mars, sur lequel on s'était longtemps obstiné à ne voir que des neiges, des mers et des canaux.

» 1. *Dépressions.* — Schrœter paraît être le premier qui signala les grandes dépressions polaires. Sur 217 dessins qu'il fit de la planète (1785-1803), il n'eut l'occasion de remarquer le fait que trois fois, mais d'une manière indubitable. Moi-même, sur 134 relevés de configurations aréographiques (1864-1893), je ne l'ai constaté que deux fois seulement.

» Voici, en un Tableau, le résumé de ces observations. Après la date, le milieu de l'heure locale et la longitude du centre, on a l'amplitude des dépressions, suivie de la dénomination de la région correspondante, d'après les Cartes de l'observatoire de Milan :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 21 sept. 1798....... | 10ʰ. 7ᵐ | 188°,0 | 70° | Thaumasia |
| 12 nov. 1800....... | 7. 9 | 147,0 | 36 | Thaumasia |
| 18 déc. 1802....... | 7.52 | 332,2 | 55 | Pôle boréal |
| 24 oct. 1864....... | 11. 0 | 322,23 | 48 | Thyle II (Eridiana) Hellas |
| 27 mars 1884... ... | 10. 5 | 136,25 | 60 | de Thyle I à Argyre II |

» Outre ces grandes dépressions, le disque de Mars présente, dans sa plénitude d'illumination, des déformations secondaires sur tout son contour. La soirée du 13 février 1884 surtout a présenté ce phénomène avec beaucoup d'accentuation.

» 2. *Proéminences.* — Les proéminences qui se projettent dans l'espace, lorsqu'elles viennent à gagner le bord du disque, sont plus fréquentes et faciles à voir, surtout si l'on n'exclut pas de ce genre de phénomènes les taches neigeuses et si brillantes des pôles.

» Celles qui font saillie vers l'équateur sont assez rares et je n'en ai relevé que six bien accentuées, et encore une seule a présenté une saillie assez nette pour être calculée. La figure qui l'indique a été publiée en 1884 (*Mém. de la Soc. Eduenne,* t. XII, p. 385), et la saillie de 0″,17 représente

un ballon élevé d'environ 110$^{km}$. Après les observateurs du mont Hamilton, M. Perrotin a constaté, en 1892, une saillie analogue qu'il estime de 40$^{km}$ à 60$^{km}$ d'altitude. Il signale également des renflements et soulèvements de la surface (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 379-381).

» 3. *Gibbosités.* — Si les aspects susdits demandent pour être constatés une bonne définition d'image, le disque d'une planète étant toujours plus ou moins vacillant, il n'en est plus de même des inégalités du terminateur. Schrœter les a signalées fréquemment dans le cours de ses observations, et il remarque que la phase observée est toujours plus large vers le pôle austral que vers le boréal, ce qui démontre, dit-il très bien, que les montagnes sont plus élevées dans cet hémisphère que dans l'autre (*Areographische Beiträge*. Leyden, 1881, in-8°, § 425, p. 445-446). J'ai très fréquemment constaté l'exactitude de cette remarque de Schrœter. Le globe lumineux de Mars présente, dans ces circonstances, un aspect piriforme très remarquable et qui lui a valu en juin 1839, à l'observatoire de Sir James South, à Londres, l'honneur d'un procès-verbal que le prince Louis-Napoléon signa Napoléon III et qui a encore aujourd'hui à l'Académie un témoin autorisé en M. d'Abbadie (*Mars*, par Flammarion, p. 126).

» Aujourd'hui, le doute sur ce point ne peut plus être permis en présence des photographies de M. Pickering qui montrent d'une manière des plus accentuées ces inégalités du sol martien (*Ibid.*, p. 464). Et ces inégalités ne sont nullement exagérées par la Photographie, à en juger par un dessin que j'ai exécuté le 12 juillet 1886 à 8$^h$45$^m$; il montre la même accentuation dans les inégalités du terminateur.

» 4. *Divergences micrométriques.* — Les mesures micrométriques des diamètres polaires et équatoriaux exécutés depuis un siècle pour déterminer l'aplatissement ont montré de si grandes divergences et un aplatissement si énorme que l'on est allé jusqu'à mettre en suspicion l'exactitude de ces mesures, prises pourtant avec tant de soin par de si habiles et si nombreux observateurs. Les déformations énormes que je viens d'énumérer montrent que ce soupçon n'est nullement légitime et que le micromètre a exactement enregistré les profondes inégalités du niveau de la planète. Le seul tort a été de croire à une surface de révolution, ce qui donnait forcément un aplatissement inadmissible. C'est ainsi que la vaste dépression polaire que j'observais le 24 octobre 1864 donnerait un aplatissement allant à $\frac{1}{19}$. Le relevé des observations d'Arago, que je signalais en 1877 (*Mém. de la Soc. Eduenne*, t. VI, p. 522), montre des divergences variant en une semaine de $\frac{1}{177}$ à $\frac{1}{30}$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les observations faites par M. J. Vallot en 1887, au sommet du mont Blanc.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« M. J. Vallot vient de publier ([1]) les remarquables observations qu'il a faites en 1887 au sommet du mont Blanc; elles constituent la plus longue série qui ait jamais été obtenue à cette altitude. Je ne reviendrai pas sur les conclusions que M. Vallot a formulées lui-même, et me bornerai à quelques points qu'il n'a pas traités.

» La période que j'ai utilisée est celle où l'on a à la fois la pression et la température au sommet du mont Blanc; elle comprend vingt-huit jours consécutifs, du 18 juillet au 14 août 1887.

» 1° *Hauteur du mont Blanc.* — La hauteur du mont Blanc peut être calculée en comparant les observations de M. Vallot aux moyennes correspondantes des observatoires de la même région; j'ai choisi pour cela, de part et d'autre du mont Blanc, de manière à éliminer autant que possible l'influence des inégalités de température et de pression, trois stations sur des montagnes et trois dans les régions basses. Je donne ici tous les éléments du calcul.

| Stations. | Altitude. | Longitude E. | Latitude. | Pression. | Température. | Tension de vapeur. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont Blanc..... | 4810 m | 4°.32′ | 45°.50′ | 426,62 mm | −6°.44 | 1,8 mm |
| Santis.......... | 2467 | 7.0 | 47.15 | 570,63 | 8.01 | 6,2 |
| Obir........... | 2040,5 | 12.9 | 46.30 | 600,48 | 10.88 | 8,0 |
| Puy-de-Dôme... | 1467 | 0.37 | 45.47 | 643,35 | 13.08 | 8,9 |
| Berne.......... | 573 | 5.6 | 46.57 | 714,82 | 19.16 | 12,0 |
| Genève......... | 408 | 3.49 | 46.12 | 727,93 | 21.04 | 12,8 |
| Lyon (St Genis).. | 299 | 2.27 | 45.41 | 736,96 | 21.04 | 11,3 |

» La tension de vapeur n'a pas été observée au mont Blanc; on l'a obtenue en admettant une humidité relative moyenne de 65; mais une erreur d'un quart sur la valeur de cette tension n'introduirait dans la hauteur calculée qu'une incertitude inférieure à 2m.

---

([1]) *Annales de l'Observatoire du mont Blanc*, t. I, Paris, Steinheil; 1893. Dans ce volume, M. Vallot donne le fac-simile réduit de toutes les courbes des enregistreurs; les nombres eux-mêmes seront publiés dans le tome I des *Annales du Bureau central météorologique* pour 1892, actuellement sous presse.

» On a employé la formule adoptée dans les *Tables météorologiques internationales,* et qui ne contient aucun coefficient empirique ; les résultats sont les suivants :

*Hauteur du mont Blanc calculée par :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Santis............. | 4810,9 m | Berne................. | 4824 m |
| Obir.............. | 4811,4 | Genève.............. | 4823 |
| Puy-de-Dôme...... | 4810,4 | Lyon................. | 4813 |

» Les hauteurs, calculées par comparaison avec les stations de montagne (Santis, Obir et Puy-de-Dôme), sont absolument concordantes.

» Pour les stations basses, Lyon (Saint-Genis) donne également un nombre très voisin du nombre vrai; il est à remarquer que cette station est dans d'excellentes conditions, loin de la ville et sur le sommet de la colline de Saint-Genis, dans une situation topographique qui permet de l'assimiler aux stations de montagne. Au contraire, les nombres obtenus par Berne et Genève sont trop élevés; dans ces deux stations, la température est certainement influencée par le voisinage de la ville; ce sont, de plus, des stations de vallée, et par conséquent trop chaudes en été. Ces deux causes réunies donnent pour Berne et Genève une température trop haute; il doit en résulter pour la hauteur du mont Blanc calculée par ces stations un nombre trop fort, ce que l'on trouve en effet.

» En résumé, les observations de M. Vallot donnent une intéressante vérification de la formule de Laplace jusqu'aux altitudes voisines de $5000^{m}$. Mais, pour obtenir avec cette formule des hauteurs exactes, il faut employer, non des observations isolées, mais des moyennes de séries assez longues; de plus, on doit ne comparer entre elles que des stations situées dans des conditions topographiques analogues.

» 2° *Température à la limite de l'atmosphère.* — D'après Mendéléieff, la température $t$ dans l'atmosphère varierait en moyenne suivant une fonction linéaire de la pression $h$ :

$$t = t_0 + ah;$$

dans cette formule, $t_0$ représenterait la température à la hauteur où la pression est nulle, c'est-à-dire à la limite supérieure de l'atmosphère. M. Voeïkoff, en discutant de nombreuses observations de montagnes, a trouvé pour $t_0$ une valeur approximative de $-42°$.

» La combinaison des nombres du mont Blanc avec ceux des trois stations de montagne donne $t_0 = -47^\circ$; avec ceux des trois stations basses $t_0 = -45^\circ$.

» Il est à remarquer que ces nombres ont été obtenus en été, à une époque où la décroissance de la température est plus rapide que la moyenne; des observations faites en hiver donneraient certainement pour $t_0$ une valeur un peu moins basse. Les observations de M. Vallot au sommet du mont Blanc sont donc en parfait accord avec les autres observations de montagne discutées par M. Voeïkoff et assignent aux régions les plus hautes de l'atmosphère une température voisine de $-45^\circ$.

» J'indiquerai prochainement d'autres conclusions intéressantes que l'on peut tirer des observations de M. Vallot relativement à la variation diurne de la pression et de la température. »

CHIMIE. — *Sur les acides complexes que forme l'acide molybdique avec l'acide titanique et la zircone.* Note de M. E. **Péchard** (¹), présentée par M. Troost.

« Si l'on ajoute en effet de l'acide hydrofluosilicique à une dissolution chaude de molybdate ordinaire d'ammonium, le mélange prend une couleur jaune et laisse déposer, par refroidissement, un précipité cristallin, si la liqueur est suffisamment concentrée. Si la liqueur est étendue, l'addition d'acide chlorhydrique produit immédiatement la formation du même précipité jaune cristallin qui n'est autre chose que du silicomolybdate d'ammonium obtenu déjà par un autre procédé (²). L'analyse de ce sel m'a conduit, en effet, à la formule $2(AzH^4)^2O.SiO^2.12MoO^3 + Aq$. Dans cette réaction, une partie seulement du molybdate est transformée en silicomolybdate, le reste de ce sel s'emparant du fluor pour donner du fluoxymolybdate d'ammonium qu'on peut faire cristalliser après avoir séparé par filtration le silicomolybdate.

» Ce procédé facile de préparation des silicomolybdates m'a permis d'obtenir, en suivant la même marche, des sels renfermant de l'acide molybdique avec de l'acide titanique ou de la zircone.

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) Parmentier, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1234.

» Dans l'expérience que je viens de décrire, on peut remplacer l'acide hydrofluosilicique par le fluosilicate d'ammonium; le fluotitanate et le fluozirconate d'ammonium joueront le même rôle dans la préparation des titanomolybdates et des zirconomolybdates.

» TITANOMOLYBDATES ET ACIDE TITANOMOLYBDIQUE : 1° *Titanomolybdate d'ammonium.* — Pour préparer ce sel, on ajoute par petites portions du fluotitanate d'ammonium à une dissolution concentrée de molybdate d'ammonium. La liqueur se colore de plus en plus en jaune à mesure qu'on augmente la proportion du premier sel. Il arrive un moment où cette coloration ne varie plus; on verse alors dans la liqueur un excès d'acide chlorhydrique et l'on voit se déposer un précipité de titanomolybdate d'ammonium.

» Ce sel cristallise en petits octaèdres jaunes, agissant sur la lumière polarisée, solubles dans l'eau et les acides, mais complètement insolubles dans les sels ammoniacaux. Cette insolubilité explique pourquoi le sel se sépare quand, dans sa préparation, on verse de l'acide chlorhydrique, la liqueur contenant alors de grandes quantités de chlorhydrate d'ammoniaque. Chauffé, ce sel perd de l'eau et de l'ammoniaque et laisse un mélange d'acide titanique et d'acide molybdique. La séparation de ces deux acides s'effectue très aisément si l'on fait passer sur leur mélange légèrement chauffé un courant d'acide chlorhydrique qui enlève l'acide molybdique et laisse l'acide titanique sous forme de flocons blancs et légers. Ce procédé de séparation m'a permis de faire l'analyse de ce sel qui a pour formule $2(AzH^4)^2O.TiO^2.12MoO^3 + 10H^2O$, ainsi qu'il résulte des nombres qui suivent :

| | Calculé. | | Trouvé. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $2(AzH^4)^2O$ | 104 | 5 | 5,2 | » | » |
| $TiO^2$ | 82 | 3,9 | 3,7 | 3,8 | 3,8 |
| $12MoO^3$ | 1728 | 82,5 | 83,1 | 82,7 | » |
| $10H^2O$ | 180 | 8,6 | 8 | » | » |
| | 2094 | 100,0 | 100,0 | » | » |

» 2° *Titanomolybdate de potassium.* — Une dissolution concentrée et chaude du sel précédent additionnée de chlorure de potassium abandonne par refroidissement des prismes jaunes de titanomolybdate de potassium.

» Ce sel s'effleurit rapidement à l'air et sa composition correspond à la formule $2K^2O.TiO^2.12MoO^3 + 16H^2O$, ainsi qu'il résulte des nombres suivants :

| | Calculé. | | Trouvé. | |
|---|---|---|---|---|
| $2K^2O$ | 188 | 8,2 | 8,4 | » |
| $TiO^2$ | 82 | 3,6 | 4 | 3,8 |
| $12MoO^3$ | 1728 | 75,6 | 75,3 | 75,7 |
| $16H^2O$ | 288 | 12,6 | 12,3 | » |
| | 2286 | 100,0 | 100,0 | » |

» 3° *Acide titanomolybdique.* — On peut obtenir une dissolution de cet acide en décomposant par une quantité convenable d'acide chlorhydrique le titanomolybdate mercureux préparé par double décomposition au moyen d'un des sels précédents et du nitrate mercureux. Une préparation plus rapide du même acide consiste à agiter avec de l'éther une dissolution aqueuse de titanomolybdate d'ammonium additionnée d'un excès d'acide chlorhydrique. Une couche très dense d'une dissolution éthérée de l'acide tombe au fond de la liqueur; il suffit d'évaporer lentement cette dissolution pour obtenir de beaux octaèdres jaunes d'or d'acide titanomolybdique. Ce corps est très soluble dans l'eau; il fond vers 60° et sa composition correspond à la formule

$$TiO^2.12MoO^3 + 22H^2O:$$

| | Calculé. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $TiO^2$.......... | 82 | 3,7 | 3,5 | 3,9 | 3,8 |
| $12MoO^3$....... | 1728 | 78,3 | 78,2 | 78,5 | 78,5 |
| $22H^2O$........ | 396 | 18 | 18,3 | » | » |
| | 2206 | 100,0 | 100,0 | » | » |

» Zirconomolybdates. — J'ai obtenu des zirconomolybdates analogues aux sels qui viennent d'être décrits, par l'action du fluorzirconate d'ammonium sur le molybdate d'ammonium. Le sel ammoniacal et le sel de potassium ont pour formule

$$2(AzH^4)^2OZrO^2.12MoO^3 + 10H^2O \quad \text{et} \quad 2K^2OZrO^2.12MoO^3 + 18H^2O.$$

Ces deux sels ressemblent beaucoup par leurs propriétés aux titanomolybdates correspondants; ils ont la même couleur jaune et sont cristallisés, le premier en octaèdres, le second en beaux prismes efflorescents et pouvant avoir plusieurs centimètres de long.

» On voit donc, d'après ce qui précède, que l'acide titanique et la zircone peuvent donner des séries de composés analogues aux silicomolybdates. Le procédé que j'ai employé pour la préparation de ces composés peut faire prévoir l'existence de combinaisons analogues de l'acide molybdique avec l'acide stannique et l'acide borique, combinaisons dont je poursuis actuellement l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la constitution des matières albuminoïdes extraites de l'organisme végétal.* Note de M. E. Fleurent, présentée par M. Schützenberger.

« Dans ses remarquables recherches sur la constitution des matières albuminoïdes animales, M. Schützenberger, en faisant réagir, dans des conditions déterminées, l'hydrate de baryum sur ces composés quaternaires, a

démontré que leur dédoublement aboutissait à quatre termes principaux : 1° de l'ammoniaque; 2° des sels insolubles constitués par du carbonate et de l'oxalate de baryum; 3° de l'acide acétique; 4° un résidu fixe, mélange de principes solubles formés aux dépens de la matière albuminoïde et représentant environ 95 pour 100 de son poids initial.

» Les quantités d'azote ammoniacal, de carbonate et d'oxalate de baryum sont telles qu'il est permis de penser que, dans ce dédoublement, les choses se passent comme si la molécule de substance azotée comprenait dans sa structure interne deux groupements principaux, l'un analogue à l'urée, l'autre à l'oxamide, groupements qui, sous l'influence de l'hydratation, donneraient naissance aux acides oxalique et carbonique et à l'ammoniaque en vertu des deux équations suivantes :

$$CO\begin{matrix}\diagup AzH^2\\ \diagdown AzH^2\end{matrix} + H^2O = CO^2 + 2AzH^3, \tag{1}$$

$$\begin{matrix}CO - AzH^2\\ | \\ CO - AzH^2\end{matrix} + 2H^2O = \begin{matrix}COOH\\ | \\ COOH\end{matrix} + 2AzH^3. \tag{2}$$

» En effet, les quantités d'acides carbonique et oxalique et d'ammoniaque trouvées pour les différentes substances protéiques animales correspondent aux quantités d'ammoniaque calculées au moyen de ces deux égalités : la production de l'acide acétique et du résidu fixe serait donc consécutive à la transformation ainsi représentée de ces deux fonctions principales.

» Il était intéressant de savoir si, dans les mêmes conditions de réaction chimique, les matières albuminoïdes élaborées par les tissus végétaux se comporteraient de la même façon, et à la suite de M. Schützenberger et sur ses conseils bienveillants, j'ai entrepris des recherches dont je présente aujourd'hui des résultats qui, bien qu'incomplets, commencent à éclairer cette question dont je continue l'étude.

» J'ai soumis successivement à l'action de l'hydrate de baryum le gluten, la gluten-caséine, la gluten-fibrine, la légumine et l'albumine végétale en faisant varier, dans divers cas, les conditions de l'expérience. Or, si les produits de dédoublement ont été qualitativement les mêmes que dans le cas des matières albuminoïdes animales, si le poids du résidu fixe a atteint également 95 pour 100 environ du produit initial, il n'en est plus de même des relations quantitatives des sels barytiques insolubles et de l'ammoniaque et les équations précédentes ne suffisent plus à expliquer les liaisons intra-moléculaires des matières albuminoïdes du règne végétal.

» En effet, sous l'influence de la baryte, dans aucun cas, la quantité d'azote transformé en ammoniaque ne correspond à la quantité d'oxalate et de carbonate de baryum : elle est supérieure dans le cas des albuminoïdes de la famille du gluten et inférieure dans le cas de la légumine et de l'albumine végétale, ainsi que le démontrent les chiffres suivants, rapportés à 100 de substance protéique :

| | Gluten. | | |
|---|---|---|---|
| | Expérience n° 1. | Expérience n° 2. | Expérience n° 3. |
| Baryte | 3 p. | 4 p. | 3 p. |
| Température | 165°-170° | 200° | 200° |
| Temps de chauffe | $7^h$ | $12^h$ | $120^h$ |
| Azote ammoniacal | 4,80 | 4,98 | 5,50 |
| Carbonate de baryum | 7,90 | 9,28 | 12,90 |
| Oxalate de baryum | 5,10 | 13,21 | 13,60 |
| Azote ammoniacal calculé | 1,75 | 2,96 | 3,52 |

» La caséine et la fibrine végétales ont donné des résultats identiques.

» La légumine et l'albumine végétale ont donné les résultats suivants :

| | Légumine. | | |
|---|---|---|---|
| | Expérience n° 1. | Expérience n° 2. | Albumine. |
| Baryte | 3 p. | 5 p. | 5 p. |
| Température | 200° | 200° | 200° |
| Temps de chauffe | $48^h$ | $78^h$ | $78^h$ |
| Azote ammoniacal | 4,84 | 5,06 | 5,01 |
| Carbonate de baryum | 15,90 | 20,80 | 16,80 |
| Oxalate de baryum | 29,20 | 31,90 | 35,30 |
| Azote ammoniacal calculé | 5,97 | 6,92 | 6,80 |

» Or, on sait que le gluten donne comme produit de dédoublement de l'acide glutamique, tandis que la légumine et l'albumine donnent de l'acide aspartique : il est donc probable, comme le pense M. Schützenberger, que c'est au dédoublement, dans la molécule protéique végétale, d'un amide particulier analogue à l'asparagine, qu'on doit la disproportion entre l'azote ammoniacal et les sels barytiques insolubles en même temps que la mise en liberté d'acides bibasiques, glutamique ou aspartique, qui, se dédoublant à leur tour, fournissent une nouvelle quantité d'acide carbonique qui vient s'ajouter à celui que la transformation du groupement carbamide a fourni.

» On a la preuve de ce dernier fait en examinant les chiffres précédents où l'on voit, dans le gluten, les proportions d'azote ammoniacal et d'acide

oxalique rester à peu près constantes, alors que la quantité de carbonate de baryum augmente avec l'intensité de la réaction.

» Dans le cas de la légumine et de l'albumine, le même phénomène s'observe et la quantité de carbonate atteint un chiffre assez élevé pour que la quantité d'azote ammoniacal devienne notablement inférieure à la quantité théorique.

» Quant au résidu fixe brut, les chiffres suivants, qui indiquent sa composition élémentaire, montrent que le rapport entre le carbone et l'hydrogène est une expression de la forme $C^n H^{2n}$; c'est ce que M. Schützenberger a trouvé pour les matières animales.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Gluten | Carbone..... | 49,70 | Caséine | Carbone..... | 48,55 |
| | Hydrogène... | 8,37 | | Hydrogène... | 8,20 |

» Quoi qu'il en soit, il est acquis dès maintenant que les matières albuminoïdes animales ont une constitution différente des matières albuminoïdes de l'organisme végétal, et c'est à l'étude de la réaction complète obtenue à l'aide de l'hydrate de baryum que je vais consacrer mes études ultérieures en fixant la composition immédiate du résidu fixe (¹). »

CHIMIE. — *Sur la stabilité et la conservation des solutions étendues de sublimé.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Armand Gautier.

« Soit une solution aqueuse de sublimé au millième, préparée en dissolvant $1^{gr}$ de chlorure mercurique pur ($HgCl^2$) dans $1^{lit}$ d'eau distillée, abandonnée à elle-même à la température ambiante. Si l'on observe une pareille liqueur, on constate qu'au début, et dans les premières heures qui suivent sa préparation, elle demeure limpide. Mais, au bout d'un temps qui peut varier de 1 à 3 jours, elle donne naissance à un précipité blanc d'abord très faible, dont la quantité augmente avec le temps.

» J'ai déterminé certaines conditions de formation de ce précipité, en étudiant spécialement l'action de l'air, celle du temps, le rôle de certaines substances associées au sublimé.

» I. *Action de l'air.* — $1^{lit}$ d'une solution de sublimé au millième, fraîchement

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Aimé Girard au Conservatoire des Arts et Métiers.

préparée, a été partagé en deux parties égales. L'une d'elles (1) a été placée dans un verre à expérience, et abandonnée dans un laboratoire dont la température oscillait entre 15° et 20°. La surface du liquide se trouvait directement en contact avec l'atmosphère : les facteurs pouvant agir étaient l'évaporation et le contact de l'air.

» La deuxième moitié de la solution (2) a été placée dans un flacon de 500$^{cc}$, bouché à l'émeri, en verre blanc. Ce flacon a été abandonné à côté du verre à expérience renfermant la solution (1). Le flacon étant presque plein et sa fermeture à peu près hermétique, son contenu se trouvait soustrait aux influences s'exerçant sur la solution (1).

» Des précipités se sont formés dans les solutions (1) et (2). Pour apprécier leur importance, j'ai dosé le mercure restant dissous dans chaque liqueur, après avoir filtré et rétabli les volumes primitifs. Voici les résultats par rapport à une solution type de sublimé au millième, préparée au moment du dosage. Ils sont exprimés en grammes de chlorure mercurique par litre.

| | Sublimé par litre. |
|---|---|
| Solution type | gr 1,00 |
| Solution (1), vase ouvert, après 7 jours (le volume s'était réduit par l'évaporation de 500$^{cc}$ à 385$^{cc}$) | 0,57 |
| Solution (2), flacon fermé, après 7 jours | 0,97 |
| » » après 220 jours | 0,67 |

» Donc les solutions de sublimé au millième, exposées quelques jours à la température ordinaire, s'appauvrissent lentement si elles sont contenues dans des récipients clos, très rapidement si elles sont conservées en vase ouvert.

» II. *Action des matières colorantes.* — On colore fréquemment les solutions de sublimé soit avec de la fuchsine, soit avec du carmin d'indigo. J'ai recherché si la présence de ces matières colorantes influait sur la stabilité des solutions de sublimé.

» 3$^{lit}$ de solution de sublimé au millième ont été préparés :

» *a.* 1$^{lit}$ témoin;

» *b.* 1$^{lit}$ coloré par 0$^{gr}$,05 fuchsine;

» *c.* 1$^{lit}$ coloré par 0$^{gr}$,10 carmin d'indigo.

» D'autre part, les trois solutions *a*, *b*, *c* ont été divisées en deux parties : l'une, conservée en vase ouvert; l'autre, en vase fermé, dans les conditions précédemment indiquées. Vingt-quatre heures après la préparation, toutes les solutions placées dans les verres renferment un précipité; après quarante-huit heures, la solution contenant la fuchsine est presque décolorée.

» Les teneurs en mercure soluble, comptées en grammes de sublimé par litre, sont, comparativement au type :

| | Sublimé par litre. |
|---|---|
| | gr |
| Solution type | 1,00 |
| Solution *a*, sublimé (1), vase ouvert, après 7 jours | 0,59 |
| » » (2), flacon fermé, » | 0,96 |
| » » » après 220 jours | 0,67 |
| Solution *b*, sublimé, fuchsiné (1), vase ouvert, après 7 jours | 0,67 |
| » » » (2), flacon fermé, » | 0,97 |
| » » » » après 220 jours | 0,77 |
| Solution *c*, sublimé (1), carmin d'indigo, vase ouvert, après 7 jours | 0,76 |
| » » » (2), flacon fermé, » | 0,98 |
| » » » » après 220 jours. | 0,80 |

» La présence des matières colorantes a donc diminué la proportion de mercure insolubilisé pendant un temps donné. A ce point de vue, le carmin d'indigo a donné de meilleurs résultats que la fuchsine.

» Si l'on associe au sublimé de l'acide chlorhydrique ou des chlorures alcalins, on augmente dans de larges proportions leur conservation.

» J'ai préparé les solutions suivantes :

1. $1^{gr}$ sublimé dans $1^{lit}$ d'eau distillée;
2. $1^{gr}$ sublimé + $1^{cc}$ HCl à 22° dans $1^{lit}$ d'eau distillée;
3. $1^{gr}$ sublimé + $10^{gr}$ NaCl dans $1^{lit}$ d'eau distillée;
4. $1^{gr}$ sublimé + $10^{gr}$ $NH^4Cl$ dans $1^{lit}$ d'eau distillée;
5. $1^{gr}$ sublimé + $10^{gr}$ KCl dans $1^{lit}$ d'eau distillée.

» Ces solutions ont été abandonnées dans des verres à expérience, à la température ordinaire.

» On constate que la solution 1 forme un précipité au bout de vingt-quatre heures, tandis que les solutions 2, 3, 4, 5, évoluant avec plus de lenteur, conservent leur limpidité et ne la perdent qu'au bout d'un temps beaucoup plus long. Ce temps est variable suivant l'intensité de l'évaporation, le nombre et l'amplitude des variations de température subies par le milieu.

» La valeur antiseptique des solutions de sublimé est évidemment liée à la conservation de leur état initial. Nous avons montré que cet état varie rapidement avec le temps. Nous avons précisé les conditions de ces variations et donné les moyens de les atténuer. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche de l'abrastol dans les vins*. Note de M. SANGLÉ-FERRIÈRE, présentée par M. Henri Moissan.

« On trouve actuellement dans le commerce un nouvel antiseptique, particulièrement recommandé pour le traitement et la conservation des vins. Cet antiseptique, mis en vente sous le nom d'*abrastol*, présente la même composition que l'*asaprol* dont l'emploi, en Thérapeutique, a été préconisé, il y a quelques mois, par les Drs Dujardin-Baumetz et Stachler. Les propriétés chimiques et thérapeutiques de cette substance étant longuement décrites dans le *Bulletin général de Thérapeutique* (numéros des 15 et 30 juillet 1893), il nous a paru superflu de les énumérer. Il nous suffira de rappeler que l'abrastol est l'éther sulfurique du β-naphtol combiné au calcium $(C^{10}H^7OSO^3)^2Ca$, et présentant sur le β-naphtol l'avantage d'être soluble dans l'eau à parties égales.

» L'abrastol en solution aqueuse possède, même à la dose de 0,20 par litre, la réaction caractéristique de donner, en présence d'une goutte de solution très diluée de perchlorure de fer, une belle coloration bleue. Malheureusement, cette coloration est impossible à constater dans un vin, même peu coloré; d'autre part, le noir animal fixe complètement l'abrastol, et ce produit étant insoluble dans les dissolvants ordinairement employés, benzine, éther, etc., il nous a fallu chercher un procédé détourné pour en caractériser la présence.

» Nous avons alors pensé à utiliser la décomposition qui se produit lorsque l'asaprol est chauffé avec de l'acide chlorhydrique étendu. Dans ces conditions, on obtient du sulfate de chaux, de l'acide sulfurique et du β-naphtol, qu'on n'a plus qu'à extraire et à caractériser à l'aide de la réaction citée dans le *Pharm. Zeitung*, et reproduite par le *Moniteur Quesneville* (p. 712; 1890).

» Nous opérons comme suit : à 200cc de vin, nous ajoutons 8cc d'acide chlorhydrique, et chauffons une heure au réfrigérant ascendant, ou trois heures au bain-marie; on peut encore faire bouillir une demi-heure à l'air libre, mais en opérant sur le vin privé d'alcool, car celui-ci en s'évaporant entraîne une notable partie du β-naphtol au fur et à mesure de sa régénération. La saponification terminée, il ne reste plus qu'à épuiser la liqueur, après son complet refroidissement, par environ 50cc de benzine, que l'on lave et que l'on abandonne à l'évaporation lente, en évitant soigneusement toute élévation de température.

» Le résidu de l'évaporation est repris par 10cc de chloroforme que l'on introduit

dans un tube à essai; on y laisse tomber un fragment de potasse caustique et l'on chauffe une ou deux minutes à la température de l'ébullition du chloroforme; après ce temps, on voit apparaître une belle coloration bleu de Prusse, passant assez rapidement au vert, puis au jaune. Lorsqu'il n'y a que des traces de β-naphtol, le chloroforme est légèrement verdâtre et le fragment de potasse seul est coloré en bleu.

» Cette réaction est sensible au $\frac{1}{800000}$; elle permet donc de caractériser $0^{gr},0625$ de β-naphtol provenant de la décomposition de $0^{gr},10$ d'abrastol par litre.

» La présence de cet antiseptique ne nuit en rien au dosage du sulfate de potasse fait dans les conditions ordinaires, la saponification de l'abrastol ne commençant qu'après une ébullition prolongée. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur la stérilisation du pain et du biscuit sortant du four.* Note de MM. **Balland** et **Masson**.

« Les germes apportés par l'eau servant à la panification peuvent-ils conserver leur activité dans le pain après cuisson?

» L'étude de cette question, demandée par le Ministre de la Guerre aux Comités techniques de l'Intendance de Santé, qui nous ont chargés d'en préparer les éléments, comprend nécessairement l'examen des causes susceptibles de provoquer la destruction des microrganismes pendant le travail de la panification. Or ces causes se rattachent essentiellement, d'une part, à l'acidité des pâtes et, d'autre part, à la température à laquelle ces pâtes sont soumises dans le four.

» *Acidité des pâtes.* — Il est acquis que la pâte du pain de munition, au moment de l'enfournement, a une acidité moyenne représentée en acide sulfurique monohydraté par $0^{gr},15$ à $0^{gr},20$ pour 100, soit approximativement $0^{gr},29$ à $0^{gr},38$ pour 100 de pâte à l'état sec (1); dans la mie, après cuisson, la proportion est sensiblement la même. Il s'agit de pains préparés avec levains, d'après les instructions du *Règlement sur le service des subsistances militaires.* Dans les pains obtenus avec la levure de grains, tels qu'on les trouve dans beaucoup de boulangeries parisiennes, l'acidité est toujours moins forte. C'est ainsi qu'en faisant usage des mêmes farines, nous avons obtenu avec les levains $0^{gr},146$ pour 100 et avec la levure seule $0^{gr},055$ pour 100 : ces acidités correspondent, dans le premier cas, à $0^{gr},272$ pour 100 de pâte privée d'eau; dans le second cas, à $0^{gr},104$ pour 100. C'est là un point important à noter pour ceux qui reprendront l'étude si complexe des fermentations panaires.

---

(1) Balland, *Mémoire sur la Panification* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5e série, t. XII; 1885.

» Dans le biscuit de troupe ordinaire, fait avec de la pâte non levée, l'acidité, au moment de la mise au four, se rapproche davantage de l'acidité normale des farines employées; elle s'en écarte néanmoins, par suite de la fermentation spontanée qui se produit pendant le travail des pâtes (en moyenne de deux heures); mais elle ne dépasse guère $0^{gr},070$ pour 100, correspondant à $0^{gr},100$ de pâte déshydratée.

» *Température intérieure des pâtes pendant la cuisson.* — Les expériences entreprises au laboratoire central de l'Administration de la guerre et à la Manutention de Billy, d'après le procédé de M. Aimé Girard, ont établi (*Comptes rendus* du 16 octobre 1893) que la température du four, étant de 300° au moment de l'enfournement, tombait vers 260° après cuisson du pain et du biscuit de troupe, c'est-à-dire après cinquante à soixante minutes.

» Pendant ce temps, la température intérieure du pain atteint de 100° à 102°. Pour le biscuit qui a la forme de galettes carrées ($0^{m},130$ de côté sur $0^{m},018$ d'épaisseur), percées à jour de trente-six trous, la température n'a pu être déterminée, mais elle doit se rapprocher de 115°, car, avec des galettes non percées, on a obtenu jusqu'à 110°.

» *Action de la chaleur et de l'acidité sur les microrganismes.* — On sait que l'ébullition, même prolongée au delà d'une heure, peut ne pas être suffisante pour priver l'eau de tous ses germes. Certaines spores (spores des bacilles du foin, de la terre des jardins et de la pomme de terre) supportent l'action de la vapeur d'eau à 100° pendant deux et trois heures, et ne sont tuées rapidement qu'à une température supérieure à 115°.

» D'autre part, dès 1861, M. Pasteur appelait l'attention sur ce fait que l'ébullition du lait ne le rend pas stérile, tandis que d'autres liquides, l'eau de levure de bière, l'urine acide, le moût de bière, le moût de raisin, se conservent sans altération après une ébullition de quelques instants. La cause de ces différences, d'après M. Pasteur, tient à ce que le lait a une réaction neutre ou légèrement alcaline : si on sature l'eau de levure par du carbonate de chaux, l'ébullition ne suffit plus pour la stériliser (1).

» De son côté, M. Chamberland a prouvé que, du moment où l'acidité du milieu est égale à $0^{gr},245$ d'acide sulfurique par litre, on ne voit jamais apparaître d'organismes microscopiques après moins de dix minutes d'ébullition. Toutefois, à ce degré d'acidité, les milieux ne sont pas stériles au vrai sens du mot, car ils peuvent encore renfermer des germes susceptibles de se développer dans les liquides neutres ou légèrement alcalins; ce n'est que lorsque l'acidité est supérieure à $1^{gr},255$ par litre que la stérilité est complète (2).

» Partant de tous ces faits, il était à prévoir que le pain et le biscuit

(1) PASTEUR, *Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère; examen de la doctrine des générations spontanées* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIV, 1862, p. 62).

(2) CHAMBERLAND, *Recherches sur l'origine et le développement des organismes microscopiques* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure,* Supplément au t. VII, année 1878, p. 82 et 87).

de nos manutentions militaires étaient stériles à leur sortie du four. C'est ce qui résulte des expériences bactériologiques faites à l'hôpital militaire de Vincennes. Ces expériences multiples nous autorisent à conclure ainsi :

» 1° Les microbes apportés par l'eau pendant le travail de la panification ne résistent pas à l'action combinée de l'acidité des pâtes et de la température à laquelle les pâtes sont exposées au four.

» 2° Ces deux facteurs, acidité et chaleur, assurent pratiquement la stérilisation du pain et du biscuit. Certaines spores, connues par leur résistance aux températures élevées, peuvent seules conserver leur activité et se développer ultérieurement dans certaines conditions particulièrement favorables.

» 3° Du moment où l'acidité diminue sensiblement, comme dans les pâtes préparées avec les levures, la stérilisation n'est plus assurée au même degré.

» 4° Dans tous les cas, les germes pathogènes, le bacille typhique et le bacille du choléra en particulier, qui offrent tous une moindre résistance à la chaleur, doivent nécessairement être détruits. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Quelques données chronométriques relatives à la régénération des nerfs*. Note de M. C. **Vanlair**, présentée par M. Ranvier.

« Malgré l'importance qu'elle présente, la *chronométrie* de la régénération nerveuse n'a fait jusqu'ici, de la part des cliniciens ni des physiologistes, l'objet d'aucune étude spéciale. Mes recherches ont eu pour but de combler cette lacune. Non seulement il y avait lieu d'évaluer, chose relativement facile, la durée *globale* de délai requis pour la restauration d'un nerf divisé, mais il était plus intéressant encore de déterminer la vitesse avec laquelle s'accomplissent les *différentes phases* du processus.

On sait que, pour arriver à une restauration complète, il doit se faire avant tout, dans l'extrémité centrale du nerf, un travail préparatoire aboutissant à la *multiplication des fibres*. Puis, une fois formés, les éléments nouveaux doivent prendre contact avec le segment périphérique, *pénétrer dans l'intérieur même de ses faisceaux* et gagner avec eux les régions anervées. Si les moignons nerveux, au lieu d'être maintenus dans une juxtaposition parfaite, sont restés plus ou moins éloignés l'un de l'autre, les fibrilles régénérées auront encore une troisième étape à fournir : celle que représente leur *parcours à travers l'espace intercalaire*.

» Pour fixer le délai *global*, on dispose de différentes méthodes dont la plus pratique consiste à rechercher l'intervalle qui sépare le moment choisi pour la division du nerf de celui qui marque le retour de la fonction. J'ai appliqué ce procédé au facial, au pneumogastrique et au sciatique, en opérant sur le lapin pour le premier nerf, sur le chien pour les deux autres.

La restauration du facial se traduit par le rétablissement de la motilité dans les régions primitivement paralysées. Celle du pneumogastrique ou plutôt du laryngé inférieur sera considérée comme accomplie lorsque l'on pourra diviser impunément le second vague après avoir opéré la section du premier. Pour le sciatique, c'est le retour de la sensibilité dans l'extrémité tout entière qui permettra de fixer le temps nécessaire à sa régénération.

» Voici les chiffres qui m'ont été fournis par mes expériences :

» Si l'on sectionne les deux branches inférieures du *facial* au sortir de la parotide, on trouve qu'il faut environ *huit mois* pour voir les parties anervées récupérer leur motilité : ce qui donne, la longueur du nerf étant connue, une vitesse de $9^{mm}$ environ par mois, soit *trois décimillimètres par jour*.

» La restauration du *pneumogastrique* a demandé onze mois : d'où l'on peut conclure, si l'on prend pour base la longueur du récurrent, que la régénération s'est effectuée à raison de $3^{cm}$ par mois, c'est-à-dire de *un millimètre par jour*.

» Celle du *sciatique* s'opère à très peu de chose près avec la même vitesse que celle du vague.

» Les évaluations précédentes s'appliquent uniquement aux cas où les deux bouts du nerf ont subi, après la section, une coaptation parfaite. Elles se trouvent naturellement dépassées lorsque les moignons sont maintenus à distance.

» Le délai s'élève à un peu plus de treize mois pour un intervalle d'*un* centimètre, à vingt mois environ quand la distance des bouts est de $2^{cm}$, à vingt-huit mois et demi lorsqu'elle atteint $3^{cm}$. Dans les cas où la section portait seulement sur le poplité interne *avant la bifurcation du tronc*, j'ai constaté que la restauration fonctionnelle exigeait un temps un peu moins considérable, sans doute à cause de la béance persistante de l'espace intercalaire.

» La détermination des *délais correspondant à chacune des trois phases principales du processus* présentait une difficulté plus grande. Voici comment j'ai procédé dans cette seconde série de recherches.

» Après avoir établi, par une expérience préalable, que les sciatiques droit et gauche d'un même animal soumis tous deux à la même opération se comportent d'une façon à peu près identique au point de vue du temps nécessaire à la réesthésiation, j'ai pratiqué d'un côté une section simple

avec coaptation des bouts, et de l'autre une opération différant de la première par certaines conditions de *nombre*, de *distance* ou de *niveau;* et cela sur une dizaine de chiens. Mais, comme il importait de circonscrire le champ de l'observation, j'ai divisé seulement le poplité interne, et non le tronc du sciatique tout entier. J'avais pu m'assurer en effet, par des recherches antérieures, que toujours le coussinet plantaire devenait insensible après la section de ce faisceau et que cette région était la seule qui dans ces circonstances perdît constamment son excitabilité.

» En suivant pas à pas, pendant des mois entiers, les progrès de la sensibilisation des deux coussinets et, subsidiairement, de la plante des pieds et de la face plantaire des orteils, j'ai pu noter, avec une précision suffisante, chez chacun de mes animaux, les dates différentielles de la réesthésiation dans les deux extrémités. L'intervalle chronométrique ainsi obtenu m'a servi, par un calcul très simple, à mesurer le temps requis pour l'accomplissement de telle ou telle phase de processus.

» Pour arriver, par exemple, à la fixation du *délai affecté à la prolifération initiale* et à l'expansion exotique des fibres, j'ai fait à droite une section unique avec juxtaposition parfaite, tandis que je pratiquais à gauche *deux* ou *trois* divisions en rapprochant également les bouts. Le laps employé à la jonction des segments pouvant être considéré comme nul en raison de la coaptation intime des moignons, le retard de la réesthésiation de gauche sur celle de droite devait correspondre exactement au temps nécessaire à l'évolution du processus proliférateur. En opérant de cette façon, j'ai trouvé qu'il fallait environ quarante jours pour l'accomplissement de la première phase de la régénération.

» Lorsqu'il s'est agi d'évaluer la *vitesse du parcours des fibres nouvelles dans le système intercalaire,* j'ai pratiqué à droite, cette fois encore, une *simple* section avec réunion intime des deux bouts, mais j'ai soumis le poplité gauche à une résection, en maintenant les segments *à distance*. La différence des délais entre la réesthésiation de droite et de gauche m'a permis de calculer exactement la vitesse en question. Elle est de 2 $\frac{1}{2}$ décimillimètres par jour.

» Enfin, la *progression des éléments nouveaux dans le segment périphérique* a été mesurée de la manière suivante. Comme précédemment, le poplité interne droit a subi une section avec suture des deux bouts. A gauche, le nerf a été soumis à la même opération, mais à un *niveau différent*. En comparant de part et d'autre les progrès de la sensibilisation, j'ai pu constater que la vitesse de propagation dans le segment périphérique atteignait *un millimètre* par jour. Ici donc les fibres croissent avec une rapidité *beaucoup plus grande* que dans le système intercalaire.

» Cette remarquable différence tient évidemment aux conditions du milieu. Tandis que, dans l'espace séparant les deux bouts, les éléments nouveaux, abandonnés à eux-mêmes, rencontrent des obstacles qui s'op-

posent à leur marche centrifuge, ils trouvent, au contraire, dans le segment périphérique, une voie comme tracée à l'avance, l'atrophie des fibres anciennes créant autour d'elles un vide endonervial dans lequel les nouvelles fibrilles se propagent avec une grande facilité.

» Cette influence prépondérante des conditions mécaniques se manifeste encore en d'autres circonstances. J'ai vu, en effet, la sensibilisation du coussinet, de la plante et des orteils se produire dans un ordre chronologique particulier et dont la régularité ne pourrait s'expliquer en dehors de cette intervention. C'est ainsi, par exemple, que la plante du pied tout entière, y compris la face inférieure des orteils, se ranime constamment avant le coussinet. Toujours aussi, ou peu s'en faut, la partie culminante du lobe médian du coussinet est celle qui se réesthésie en dernier lieu. Il s'écoule enfin, dans la grande majorité des cas, un laps de temps relativement considérable entre le début de la réinnervation du coussinet et le retour de la sensibilité dans toute sa surface.

» On savait déjà, par les observations de M. Ranvier, puis par mes propres recherches, que la *direction* des fibres nouvelles est uniquement déterminée par l'état physique des milieux. Il suit de ce qui précède que la *rapidité* de leur progression est également en rapport avec la disposition et la structure des parties qu'elles ont à traverser pour atteindre leur destination définitive. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la terminaison des nerfs moteurs des muscles striés, chez les Batraciens.* Note de M. **Charles Rouget**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Depuis plus de trente ans (Kühne, 1862) les observateurs ont décrit et figuré la terminaison des nerfs moteurs, chez la grenouille spécialement, comme constituée par des divisions terminales hypolemmatiques du cylindre-axe, sous forme de fines tiges droites plus ou moins bifurquées, terminées en pointe libre, sans aucune analogie, par conséquent, avec les plaques terminales des nerfs moteurs chez les autres Vertébrés.

» Krause et Bremer ont tenté d'établir une analogie entre ces deux ordres de terminaison, fondée sur l'existence de la prétendue substance granuleuse autour des divisions terminales du cylindre-axe, assertion absolument erronée. Plus importante et plus digne de considération est l'observation de Tschiriew (1870) sur ces formations appendues aux divisions terminales

du cylindre-axe, chez la salamandre et la tortue, analogues aux grains des terminaisons en grappe décrites par lui dans les muscles de la couleuvre et des lézards. Plus tard Bremer (1880) a trouvé, sur certaines terminaisons motrices de la grenouille, ces mêmes grains que le physiologiste russe n'y avait pas rencontrés. J'ai montré, dans une précédente Communication à l'Académie (juillet 1887), que ni Tschiriew ni Bremer n'avaient connu la véritable structure de ces grains, qui n'étaient pour eux que de petites masses homogènes uniformément colorées par le chlorure d'or, tandis qu'ils sont, en réalité, constitués par des anses, des arcades ou des enroulements multiples des cylindres-axes terminaux.

» Observant les terminaisons nerveuses motrices chez la grenouille à l'aide de l'imprégnation des muscles vivants par la teinture de bleu de méthylène, Dogiel de Tomsk a cru trouver (1890), dans certaines ramifications terminales, courtes et larges, une analogie avec les plaques terminales des lézards, telles que son procédé les lui montrait, avec la même imperfection et les mêmes lacunes, qui résultent de l'imprégnation par le chlorure d'or, et fort différentes de la structure réelle que démontrent les photographies de mes préparations. Cependant le procédé du distingué professeur de Tomsk, très légèrement modifié, conduit à des résultats entièrement nouveaux qui lui ont échappé, pour n'avoir pas donné l'attention qu'il méritait à un fait très réel, qu'il ne signale que très brièvement, sans en chercher la signification : le brusque changement de diamètre des ramifications du cylindre « qui, aussitôt après avoir traversé le sarcolemme, » deviennent beaucoup plus épaisses, et présentent des dentelures sur » leurs bords ».

» L'emploi d'une solution de bleu de méthylène à 0,05 pour 100 dans l'eau salée à 6 pour 1000, agissant pendant vingt à trente minutes, sur des muscles pris sur l'animal vivant, mais fortement curarisé, m'a permis de constater les faits suivants : l'accroissement en diamètre des ramifications terminales du cylindre-axe, peu prononcé dans quelques cas, dépassant dans d'autres plus de quatre fois le diamètre primitif, n'est nullement dû à un épaississement du filament nerveux lui-même, mais à une disposition toute spéciale de ce filament.

» Loin d'être droit, comme le représentent les figures *classiques*, il s'infléchit en zigzags ou s'enroule sur lui-même en forme de solénoïde, à tours de plus en plus serrés à mesure que l'on se rapproche de l'extrémité terminale. Celle-ci se renfle en segment de sphère, ou présente la forme d'un cône tronqué, avec enroulement du cylindre-axe se recourbant sur lui-même

dans le premier cas, ou formant dans le second une arcade transversale sans extrémité libre.

» Le plissement en zigzag ou l'enroulement sont souvent interrompus par des intersections dans lesquelles réapparaît le filament axile avec son diamètre réel, droit ou faiblement infléchi, puis s'enroule de nouveau; les alternatives d'enroulements, d'inflexions et d'allongement, donnent alors à la ramification terminale et aux branches qu'elle émet souvent latéralement, l'aspect moniliforme, les prétendus grains de Tschiriew et Bremer. Ce mode de terminaison en chapelets, dont chaque grain est formé par un enroulement du filament axile est constant et caractéristique des terminaisons motrices chez les *tritons*, et se rencontre assez fréquemment chez les grenouilles, surtout chez la *grenouille rousse*.

» On peut souvent constater, chez les grenouilles, surtout dans les terminaisons motrices, constituées par une seule branche terminale, ou par deux seulement, que le filament axile n'est pas simple, mais double, les deux filaments jumeaux étant étroitement juxtaposés, mais s'écartant par places et donnant lieu à des figures ovales ou en forme de losanges, dont chaque filament forme les bords opposés, et semble indiquer l'existence de deux solénoïdes enchevêtrées, l'un dextrorsum et l'autre sinistrorsum. A l'extrémité terminale, les deux filaments se fusionnent en arcade. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur quelques points relatifs à la circulation et à l'excrétion chez les Cirrhipèdes.* Note de M. Gruvel, présentée par M. de Lacaze-Duthiers (¹).

» Quelques grandes espèces de Cirrhipèdes (*Lepasa natifera* et *Pollicipes cornucopia*) permettent l'étude relativement facile du sang : c'est cette dernière espèce qui a surtout servi à nos recherches.

» Au sortir de l'animal, le liquide sanguin est d'une couleur rouge brique, absolument fluide. Le pigment qui donne cette coloration, recueilli à l'état pur, est d'un *beau rouge vif*. Nous avons pu constater que cette matière est très soluble dans l'alcool absolu, l'éther, le chloroforme, la benzine, l'essence de térébenthine et le sulfure de carbone. Elle est complètement insoluble dans l'eau et d'autant moins soluble dans l'alcool que celui-ci est plus étendu.

(¹) Travail fait au laboratoire de Roscoff.

» Nous avons pu démontrer que ce pigment n'a aucun rôle oxygénant dans l'organisme, que ce rôle est dévolu à une substance albuminoïde incolore.

» Quant au pigment rouge, c'est un véritable lipochrome. Une série d'expériences et d'observations nous ont montré qu'il constitue une matière de réserve, qui disparaît peu à peu lorsqu'on fait jeûner l'animal.

» Les globules sanguins sont amœboïdes et d'un pouvoir phagocytaire remarquable. Leur nombre est relativement considérable. Les pseudopodes qu'ils émettent sont beaucoup plus actifs chez le *Lepas anatifera* que chez le *Pollicipes cornucopia*. Ils jouent un rôle puissant non seulement dans l'excrétion, mais aussi dans la digestion, surtout dans la digestion des matières grasses.

» Ces leucocytes présentent une réaction *franchement acide*, ainsi qu'il est facile de le démontrer à l'aide du tournesol; de plus, cet acide est à l'*état libre*, ainsi que le montre la réaction du *rouge-congo*. Ces phénomènes semblent être généraux, car M. Chapeaux les a déjà constatés dans une série de groupes divers (Crustacés, Mollusques, Échinodermes).

» On rencontre également dans le sang un grand nombre de globules graisseux, facilement reconnaissables. Il y en a de toutes les tailles, mais les plus gros n'atteignent jamais les dimensions d'un leucocyte.

» On y trouve, en outre, des formations parfaitement circulaires, de la dimension d'un leucocyte, et dont la teinte générale est uniforme, en même temps que des concrétions obtenues par dessiccation lente. Ces concrétions ont, en général, la forme plus ou moins parfaite d'un biscuit à la cuillère, avec stries concentriques réunies les unes aux autres par de nombreuses petites stries perpendiculaires aux premières.

» Enfin, en étudiant la coagulation du sang des Cirrhipèdes, nous avons vu qu'elle se fait en deux temps distincts, ainsi qu'on l'a constaté pour les Crustacés supérieurs : 1° formation d'un *plasmodium* général gélatineux présentant absolument la coloration du sang frais; 2° séparation nette d'un coagulum incolore, nageant dans un plasma coloré comme le sang frais.

» L'excrétion chez les Cirrhipèdes est réalisée d'une manière complexe. Trois sortes d'organes servent à l'accomplissement de cette importante fonction. Ce sont : 1° le rein; 2° les téguments pigmentés de l'animal; 3° les glandes cémentaires. C'est en appliquant diverses méthodes d'injections physiologiques que ces résultats ont été acquis.

» Lorsqu'on injecte un mélange de carminate d'ammoniaque et de car-

min d'indigo dans la cavité générale d'un Lepas par exemple, le carminate d'ammoniaque seul est éliminé par le rein, le carmin d'indigo est en petite partie éliminé par les téguments pédonculaires, mais la presque totalité est précipitée par l'eau de mer.

» On sait que l'*Échroth* est éliminé par les mêmes organes que le carmin d'indigo. En injectant donc cette matière colorante à des *Conchoderma aurita* et *virgata,* nous avons observé une élimination totale par le manteau, mais seulement dans les endroits pigmentés. Dans le *Lepas anatifera,* où la totalité du manteau est pigmentée, l'élimination se fait sur toute la surface. La présence du pigment noir semble être indispensable à la fonction excrétrice : c'est donc que ce pigment est *excrétoire.*

» Les glandes cémentaires ont été particulièrement bien étudiées par M. Nussbaum qui les a suivies depuis le jeune jusqu'à l'adulte et a établi la continuité de leur fonction. Deux points ont passé inaperçus de cet auteur, savoir : la formation même de ces glandes ou plutôt *cellules sécrétrices,* et leur fonction excrétrice. Kœhler avait émis l'idée que ces glandes ne fonctionnaient qu'au début de la vie de l'être et que, leur fonction particulière venant à cesser, elles pouvaient bien jouer un rôle excréteur. C'est ce que nous avons vérifié, en détachant des Lepas de leur support, et, les fixant à l'aide d'épingles sur une planche après injections de sépia, nous avons reconnu que la sécrétion du cément s'exagère pour fixer de nouveau l'animal sur le support que nous lui avons donné et que des grains nombreux de sépia sont entraînés avec lui.

» On les retrouve facilement, en pratiquant des coupes dans ce cément récemment sécrété. La fonction excrétrice des cellules cémentaires est donc démontrée.

» Nous disons *cellules* au lieu de *glandes cémentaires,* en voici la raison. Lorsqu'un système cémentaire doit se former, l'épithélium qui forme le canal cémentaire primitif, prolifère en certains endroits, en formant une sorte de mamelon cellulaire. Chacune de ces cellules s'allonge peu à peu et se pédicularise. On a donc, à un moment donné, un grand nombre de cellules communiquant toutes par de fins tubes excréteurs avec le canal principal. Ces cellules se développent, ainsi que leurs canaux propres, et deviennent peu à peu les glandes cémentaires adultes que nous connaissons.

» L'étude de ces organes est relativement facile chez les *Conchoderma virgata* et *aurita.* C'est là que nous avons pu suivre leur développement et leurs fonctions. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des albuminuries phosphaturiques.* Note de M. **Albert Robin**, présentée par M. Brouardel.

« J'ai découvert une espèce nouvelle d'albuminurie, liée à un trouble de la nutrition, qui demeure fonctionnelle pendant un temps assez long, aboutit probablement à une lésion rénale, mais qui, pendant sa période fonctionnelle, guérit assez facilement : c'est l'*albuminurie phosphaturique.*

» Le trouble de nutrition qui l'engendre présente l'arthritisme comme cause prédisposante; le surmenage nerveux et la suralimentation, comme causes déterminantes principales.

» Il est caractérisé par une dénutrition organique exagérée, surtout dans les organes riches en phosphore, par une incomplète assimilation nerveuse des phosphates alimentaires, par une déperdition urinaire de l'acide phosphorique, par une dénutrition accrue des globules rouges du sang, par une diminution relative des oxydations.

» Son syndrome urologique essentiel consiste dans la coexistence de l'albuminurie avec la phosphaturie et l'ensemble des caractères qui traduisent les troubles nutritifs dont l'énumération précède.

» Cliniquement, cette nouvelle espèce d'albuminurie comporte quatre variétés :

» A. La première, *Albuminurie phosphaturique simple,* a été comprise, jusqu'ici, parmi les albuminuries dites *cycliques, intermittentes* ou *physiologiques,* dont le groupe artificiellement constitué subit, du fait de cette séparation, une première dissociation.

» B. La deuxième variété a les apparences cliniques de la neurasthénie, d'où le nom que je lui donne d'*Albuminurie phosphato-neurasthénique.* La guérison, ou tout au moins l'amélioration des symptômes nerveux, par le traitement dirigé contre la viciation causale des échanges, légitime l'individualisation de cette affection et le démembrement qu'elle comporte dans la neurasthénie.

» C. La troisième variété a été confondue jusqu'ici avec la néphrite interstitielle ou avec le mal de Bright; je l'appelle *Albuminurie phosphaturique pseudo-brightique* ou *pré-brightique,* indiquant par là qu'on doit la séparer du groupe des néphrites primitives, auxquelles elle peut aboutir si elle n'est pas reconnue et traitée en temps opportun. C'est la variété la plus fréquemment rencontrée.

» D. La quatrième variété est l'*Albuminurie brightique d'origine phosphaturique*. Tout semble indiquer qu'elle est la période ultime des variétés précédentes. Elle se reconnaît à la concomitance de la lésion brightique et de ses symptômes avec les troubles de nutrition si caractéristiques des autres variétés. La maladie originelle, d'abord et longtemps simplement fonctionnelle, a fini par altérer l'émonctoire qui prend alors la parole pour son propre compte.

» Le traitement, souvent suivi de succès dans les trois premières variétés, a pour bases la lutte contre l'étiologie par l'hygiène et le régime alimentaire. Le traitement médicamenteux ne vise que les troubles des échanges et comprend trois indications majeures :

» 1° Diminuer la désintégration générale et dans les tissus riches en phosphore; favoriser l'assimilation des phosphates fournis à l'organisme; activer les oxydations (huile de foie de morue, arséniate de soude, association des phosphates aux préparations strychniques, magnésie, hypophosphites, phospho-glycérates, sulfate de quinine, extrait de quinquina, inhalations d'oxygène).

» 2° Favoriser la rénovation des globules rouges du sang (médication ferrugineuse, arsénicale, strychnique).

» 3° Combattre l'albuminurie (acide gallique, préparations iodo-tanniques, régime lacté mixte).

» Ces indications doivent être sériées en étapes, qu'on ne parcourra que successivement et qui seront complétées par une cure hydro-minérale (Saint-Nectaire, eaux chlorurées sodiques fortes, Brides).

» La constitution du groupe des albuminuries phosphaturiques démontre que l'entité morbide décrite sous le nom de *maladie de Bright* n'est quelquefois que la complication anatomique d'une maladie antérieure, purement fonctionnelle, que l'existence de ce groupe donne à penser que bien des lésions d'organes ne sont que la conséquence d'un trouble chimique fonctionnel antérieur, qui est la *véritable maladie*, et que si l'on veut prévenir la lésion, si souvent incurable, c'est cette *maladie fonctionnelle* qu'il faut chercher à reconnaître, puisqu'elle est encore justiciable de la Thérapeutique. »

## ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Parasites dans le cancer.* Note de M. Gustave Nepveu, présentée par M. Verneuil.

« La question de l'origine du cancer est loin d'être tranchée. Le cancer est-il un trouble trophique ou une lésion parasitaire? Le nombre si considérable de fins éléments qu'on aperçoit dans le cancer autorise à croire

que le travail karyokinétique qui se produit dans ces circonstances ne peut seul expliquer leur présence, ni celle de certaines formations cellulaires absolument anormales.

» Ces fins éléments sont des *spores* à divers degrés de développement, des *cellules sporoïdes,* des *cellules épithélioïdes* parasitaires.

» Les *spores* sont réunies en masse dans des cellules *sporifères* de divers aspect; elles sont aussi en liberté dans les espaces plasmatiques, etc. En se développant, elles passent par un degré de plus, *cellules sporoïdes,* pour arriver à prendre l'aspect de cellules adultes de forme épithélioïde.

» Les spores et les cellules sporoïdes, au nombre de huit, dix et plus, pénètrent dans des *cellules amiboïdes,* cellules blanches des auteurs, qui sont nombreuses à la périphérie des tumeurs. Elles pénètrent aussi dans les cellules en voie de karyokinèse, dont elles infectent les produits, et enfin dans les noyaux des cellules épithéliales. De là, elles tombent dans la cavité cellulaire, compriment et atrophient le noyau. Ces cellules d'origine sporique ont un cachet particulier. Les *formations nouvelles intracellulaires* qui en dérivent présentent tantôt plusieurs noyaux, tantôt plusieurs nucléoles, parfois des stries sur le pourtour de la cellule, autour du nucléole, parfois une espèce de comma central, parfois des spores montées sur tige à la façon de notes musicales, etc. Les *formations libres,* provenant de spores, ont un aspect particulier. Elles sont, en général, extrêmement petites et comme atrophiées.

» A côté de ces formations, il faut citer : des *cellules kystiques* fixées aux parois des lymphatiques, avec quatre cellules intérieures et plus; des *cellules épithélioïdes très petites* à l'intérieur d'autres cellules épithéliales bien développées et présentant aussi un noyau divisé en quatre; des *cellules épithélioïdes très développées* et offrant quatre cellules blanches à leur intérieur, à la place du noyau originel (tétragénie); je dis cellules blanches par abréviation, pour indiquer la forme arrondie, le volume : ce sont en réalité des cellules provenant de la division du noyau et essentiellement parasitaires, ressemblant aux corps amiboïdes remplis de cellules sporoïdes que nous avons décrites plus haut. Il faut citer enfin de petites cellules à gros noyau, qui se colorent très vivement à la fuchsine phénolée en solution aqueuse, réunies au nombre de dix à douze dans une enveloppe commune, et qu'on ne trouve que très rarement. Ces petites cellules se transforment en cellules amiboïdes, avec huit à dix petits noyaux. Chacun de ces noyaux devient une très petite cellule épithélioïde ou parasitaire.

» Tout cet ensemble dénote un travail particulier, qui diffère essentiel-

lement de la karyokinèse dans ses traits les mieux établis et se rapproche de l'évolution des Sporozoaires. La doctrine parasitaire fût-elle ici en défaut, ce que l'expérimentation seule pourrait *peut-être* prouver, il n'en serait pas moins utile de descendre un peu dans le détail de cette recherche pathogénique, comme l'on fait déjà tant d'auteurs, et d'essayer d'y ajouter quelque chose de nouveau.

» Cette Note est le résumé d'un travail étendu actuellement sous presse et éclairé par de nombreux dessins. »

ANATOMIE ANIMALE. — *La cavité coquillière des* Philinidæ. Note de M. **Paul Pelseneer.**

« Parmi les Gastropodes testacés, il en est un certain nombre dont le manteau recouvre la coquille et l'enferme dans une cavité coquillière close. Le genre *Philine* est un exemple bien connu de cette disposition.

» La cavité coquillière de *Philine* n'est cependant pas ici entièrement close, comme on l'a supposé : elle communique encore avec l'extérieur par un étroit canal (vraisemblablement le reste d'une ouverture antérieurement plus grande) qui traverse l'épaisseur du manteau et vient s'ouvrir au dehors, à la face dorsale. Ce canal est situé en arrière et au côté gauche; il est presque horizontal, un peu oblique de bas en haut et d'avant en arrière. Sa paroi est formée d'un épithélium cilié assez élevé, continu intérieurement avec le revêtement épithélial de la cavité coquillière, et extérieurement avec celui du manteau.

» Il est difficile, surtout sur de petits spécimens, de voir l'orifice extérieur de la cavité coquillière, sans préparation spéciale : aussi est-ce sur des coupes que je l'ai découvert d'abord. Pour le reconnaître aisément sur un spécimen de grande taille, le mieux est de fendre, par le milieu et en long, les téguments dorsaux de la cavité coquillière, puis d'en enlever entièrement la moitié gauche : en examinant alors celle-ci à la loupe, par transparence, on apercevra, dans la partie postérieure, le canal et ses orifices qui forment ensemble une tache blanche opaque. Si l'on projette ensuite sur l'une des deux faces un peu de poudre colorée (du bleu de Prusse par exemple), on verra généralement, après lavage, quelques grains engagés dans un des orifices du canal, qui est rendu ainsi très évident.

» Voisin du genre *Philine*, le genre *Doridium* présente la même disposition, c'est-à-dire que sa cavité coquillière communique aussi avec le dehors par un canal cilié. Mais celui-ci, également situé au côté gauche et à la par-

tie tout à fait postérieure, s'ouvre à la face ventrale, dans l'espace séparant le manteau et le pied; il est encore plus difficile à voir microscopiquement que dans le genre *Philine*, à cause de la coloration des téguments; sur des coupes, on constate qu'il se dirige d'avant en arrière et de haut en bas. Dans les deux cas (*Philine* et *Doridium*), ce canal est voisin du sommet de la spire de la coquille.

» Cette disposition existant chez deux Gastropodes à cavité coquillière dite *fermée*, il était permis de se demander si les autres Mollusques réputés à coquille *interne* n'auraient pas aussi un orifice extérieur de la cavité coquillière.

» Dans un Céphalopode (*Sepia*), je n'ai trouvé aucune trace d'ouverture; dans un Tectibranche (*Pleurobranchus*), je n'ai rien vu non plus, mais, mes résultats n'étant pas aussi certains, je ne puis conclure définitivement à l'absence du canal qui existe chez les Bulléens à coquille interne et peut-être encore chez d'autres Gastropodes.

» Je présume que divers Mollusques marins à coquille interne ont gardé cette communication de la cavité coquillière avec le milieu extérieur, afin que la pression dans cette cavité soit toujours identique à celle qui s'exerce au dehors, quels que soient les déplacements de l'animal en profondeur. »

ZOOLOGIE. — *Sur une grégarine nouvelle des Acridiens d'Algérie.* Note de M. **Louis Léger.**

« J'ai rencontré dans le tube digestif de divers Acridiens d'Algérie, notamment dans les *Pamphagus* et les *Truxalis* recueillis aux environs de Nemours et sur la frontière du Maroc, une grégarine très abondante et cantonnée surtout dans la portion moyenne du tube intestinal. Au premier aspect, cette grégarine se présente avec tous les caractères d'une *Clepsidrinide*, et l'étude de son cycle évolutif, que j'ai pu suivre d'une façon complète, montre qu'il faut la placer dans le genre *Clepsidrina* à côté de la *Cleps. macrocephala* Schn. du *Grillon* et de la *Cleps. Munieri* du *Timarcha*, espèce très voisine, dont elle se distingue cependant par des caractères bien nets qui seront donnés plus loin.

» Les individus sont presque toujours associés par deux (*conjugaison en opposition* de Schneider); cependant on rencontre quelquefois de gros individus solitaires, qui se sont séparés après une période d'association

plus ou moins longue, comme en témoigne la déformation de leur *protomérite* creusé en une cupule destinée à recevoir, durant la syzygie, l'extrémité dorsale du primite. Ce fait tend à prouver que, dans certains cas du moins, deux individus conjugués en opposition ne se réunissent pas toujours forcément dans un seul et même kyste, comme je l'ai déjà d'ailleurs démontré pour l'*Eirmocystis polymorpha* des larves de *Limnobia*.

» Chaque individu mesure en moyenne une longueur de $0^{mm},4$ et une largeur maximum de $0^{mm},16$; la forme générale est cylindrique, plus ou moins renflée au-dessous du septum; elle devient même ovoïde chez les sujets déjà vieux et abondamment remplis de granulations. Le couple atteint ainsi près de $1^{mm}$ de longueur, et le parasite est facilement visible à l'œil nu, à la surface du tube digestif qui paraît comme criblé de petits points d'un blanc laiteux, surtout en sa portion située immédiatement au-dessous des cæcums.

» Le *protomérite* est subglobuleux ou déprimé en cupule, suivant qu'il appartient au premier individu du couple (primite) ou au second (satellite).

» Le *deutomérite*, cylindrique et arrondi à son extrémité postérieure, est environ quatre fois plus long que le premier segment.

» L'*épicyte*, assez mince, mais résistant, présente de fines stries parallèles longitudinales. Le *sarcocyte* se fait remarquer par son extrême épaisseur, surtout dans le *protomérite* et au niveau du septum. Les stries musculoïdes du *myocyte* apparaissent nettement sous l'influence des réactifs. L'*entocyte* présente des granulations de deux sortes : les unes normales, grisâtres à la lumière transmise, les autres jaune-rougeâtre, plus petites, surtout nombreuses dans le *protomérite* et parfois à l'extrémité postérieure du *deutomérite*. Fréquemment, les granulations entocytiques se réunissent en glomérules à peu près sphériques, ce qui fait que l'*entocyte* apparaît comme moucheté de points sombres, fait que j'ai déjà observé dans la *Clepsidrina acuta* du *Trox*.

» Le développement du parasite s'effectue dans les cellules épithéliales de l'intestin, suivant le mode connu chez les *Clepsidrines*, et l'*épimérite* très caduc est représenté, dans le jeune âge, par un simple petit bouton sphérique.

» Les kystes qui résultent ordinairement de la réunion de deux individus, mais parfois aussi d'un seul, très gros et bondé de granulations, sont sphériques, mesurant environ $0^{mm},5$ de diamètre. On peut les recueillir directement dans la portion terminale du tube digestif, où l'œil les distingue aisément grâce à leur dimension relativement considérable et à leur couleur d'un blanc mat. Ils sont entourés d'une zone mucilagineuse assez épaisse. Si on les place dans l'air humide, on voit d'abord la zone mucilagineuse se gonfler, absorber beaucoup d'eau, et bientôt les phénomènes de sporulation commencent. Cette zone mucilagineuse, que l'on rencontre dans les kystes de la plupart des grégarines terrestres, semble bien ici jouer le rôle d'un appareil non seulement protecteur du kyste, mais encore destiné à emmagasiner l'humidité nécessaire à son développement dans les cas où, pendant l'extrême sécheresse, les conditions de milieu extérieur lui deviendraient défavorables.

» Au bout d'un temps qui varie de huit à quinze jours selon la température, le

kyste est mûr et la déhiscence ne va pas tarder à s'effectuer par l'évagination des *sporoductes*, au nombre de douze à quatorze, qui apparaissent en des points irrégulièrement répartis à la surface du kyste. Ces sporoductes sont très longs ; leur longueur dépasse la moitié du diamètre du kyste, et ils sont dilatés en entonnoir à la base. Les points où ils doivent apparaître sont visibles longtemps avant leur érection. Chacun d'eux est indiqué par une petite tache circulaire, jaune-orange, avec un point clair au centre, tache constituée par l'agglomération, à ce niveau, des granulations orangées signalées au début dans l'*entocyte* de la grégarine. J'ai déjà remarqué ce fait dans les kystes de la *Clepsidrina podurœ*. Il est probable que ces granulations graisseuses, ainsi disposées à l'orifice interne des sporoductes, jouent le rôle de corps lubréfiant destiné à faciliter le glissement des spores pendant leur sortie.

» A leur complète maturité, les spores sont évacuées par les sporoductes sous forme de longs chapelets. Elles sont doliformes, à double paroi comme les spores typiques des *Clepsidrina*, et montrent les corpuscules falciformes étroitement pressés à leur intérieur.

» La grégarine qui vient d'être décrite diffère de la *Clepsidrina Munieri* par la forme générale de l'individu adulte, l'épaisseur de son *sarcocyte* et la constitution de son *entocyte*, qui est d'une couleur rouge bien caractéristique dans cette dernière espèce; de plus, ses kystes sont sphériques, avec des sporoductes longs et nombreux, tandis que ceux de la grégarine des *Timarcha* sont ovalaires, avec sporoductes très courts et peu nombreux : c'est un des caractères de l'espèce [1]. A l'état jeune, elle se distingue encore plus facilement de la *Clepsidrina macrocephala* du *Gryllus sylvestris*, qui présente un *épimérite* en massue très caractéristique. Il est donc nécessaire de la distinguer de ces formes voisines et, sous le nom spécifique de *Clepsidrina acridiorum*, elle viendra se placer entre ces deux espèces.

» Je ne l'ai pas trouvée dans le Criquet pèlerin, mais il y aurait lieu de la rechercher dans les divers autres Acridides d'Afrique, et il serait non moins intéressant, au point de vue de la répartition géographique de ces parasites, de rechercher sa présence dans les Acridiens d'Europe. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les échanges d'acide carbonique et d'oxygène entre les plantes et l'atmosphère*. Note de M. **Th. Schlœsing fils**, présentée par M. Duclaux.

« Après avoir étudié un certain nombre de plantes supérieures, au point de vue des échanges gazeux qu'elles effectuent avec l'atmosphère, il était

---

(1) A. Schneider, *Contribution à l'histoire des Grégarines*.

naturel d'exécuter de semblables recherches sur des végétaux inférieurs doués de chlorophylle.

» J'ai fait, dans ce but, une culture d'algues, accompagnée d'un témoin sans culture.

» J'ai procédé comme pour les expériences rapportées dans ma dernière Note. Les grandes allonges ont été seulement remplacées par de simples ballons de verre d'un litre et demi environ. Au fond de chacun d'eux, 400gr de sable quartzeux, fortement imbibé de solution nutritive, ont été disposés en une couche d'épaisseur à peu près uniforme, reproduisant la forme sphérique du ballon, de manière à présenter une grande surface. 20cc d'une liqueur d'ensemencement, obtenue en délayant un peu d'une terre couverte d'algues dans de l'eau distillée et laissant reposer, ont été répandus goutte à goutte sur toute la surface du sable; puis on a fait le vide dans le ballon et introduit les gaz convenables.

» Le témoin a reçu, ensemencement compris, exactement les mêmes traitements que le ballon où devaient se développer les plantes, avec cette seule différence qu'il a été maintenu dans une obscurité complète. Le ballon à culture, exposé en pleine lumière, s'est recouvert, au bout d'une douzaine de jours, de taches d'un vert pâle, qui bientôt se sont rejointes et ont pris une coloration d'un vert très accusé. Le témoin, placé à côté, mais enfermé dans une boîte ne laissant pas filtrer le moindre rayon lumineux, est demeuré rigoureusement exempt de végétations. Les deux expériences se sont terminées, comme d'ordinaire, par l'extraction des gaz, leur mesure et leur analyse, auxquelles s'est joint l'examen du sol du ballon à culture.

I. Témoin. — 12 septembre-9 novembre.

| | $CO^2$. | O. | Az. | Total. |
|---|---|---|---|---|
| Introduit........ | 38,9 cc | 252,9 cc | 953,8 cc | 1245,6 cc |
| Extrait......... | 28,6 | 243,2 | 954,4 | 1226,2 |
| | −10,3 | −9,7 | +0,6 | −19,4 |

» Point de variation sur l'azote. L'acide carbonique et l'oxygène ont chacun légèrement diminué; nous tiendrons compte de la petite correction qui en résulte pour l'autre expérience.

II. Culture d'algues (¹). — 12 septembre-9 novembre.

*Acide carbonique.*

| | | |
|---|---|---|
| Introduit.................................. | | 477,8 cc |
| Extrait finalement à l'état gazeux............. | 56,0 cc | 66,3 |
| Disparu indépendamment des plantes (d'après I). | 10,3 | |
| Disparu par le fait des plantes ................ | | 411,5 |

(¹) M. Bornet a bien voulu examiner ces algues. Il a reconnu que leur masse

*Oxygène.*

| | | |
|---|---|---|
| Extrait à l'état gazeux | 259,5 | |
| Absorbé par le cuivre | 492,0 | 761,2 |
| Disparu indépendamment des plantes (d'après I) | 9,7 | |
| Introduit | | 228,8 |
| Apparu par le fait des plantes | | 532,4 |

$$\frac{\text{vol. } CO^2 \text{ disparu}}{\text{vol. O apparu}} \ldots \frac{411,5}{532,4} = 0,77$$

» Puisque nous avons affaire à des algues, plantes parmi lesquelles il s'en trouve qui possèdent la propriété fondamentale de fixer l'azote libre de l'atmosphère, il est intéressant de voir ici si une telle fixation s'est produite.

*Azote.*

| | cc |
|---|---|
| Introduit gazeux | 863,1 |
| Extrait gazeux | 863,3 |
| | +0,2 |

» L'azote gazeux n'a point varié du commencement à la fin de l'expérience; il n'en a pas été fixé. A côté d'algues ayant fixé de l'azote libre, nous en avions déjà rencontré, M. Laurent et moi, qui n'avaient pas opéré la fixation.

» Vérifions maintenant les résultats qui précèdent, en établissant les bilans du carbone et de l'azote.

*Bilan du carbone.*

| | Carbone introduit. | | Carbone extrait. |
|---|---|---|---|
| | mg | | mg |
| Sol | 8,3 | Mélange de sol et algues | 226,9 |
| 477cc,8 d'acide carbonique gazeux | 256,3 | 56cc d'acide carbonique gazeux | 30,0 |
| Liquide d'ensemencement | 1,0 | | |
| | 265,6 | | 256,9 |

» Il manque à la fin 8mg,7 de carbone correspondant à 16cc,2 d'acide carbonique. Si la cause en est à une absorption d'acide carbonique par le verre, comme on l'a vu déjà, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ doit être légèrement corrigé et devenir $\frac{411,5 - 16,2}{532,4}$ ou 0,74. Il ne se trouve pas ainsi notablement modifié.

---

principale était formée par le *Protococcus vulgaris* Ag. (= *Cystococcus humicola* Näg.) et qu'elles comprenaient en outre : *Chlorococcum infusionum* Menegh., *Ulothrix subtilis* Kütz., *Scenedesmus quaaricauda* Bréb.

*Bilan de l'azote.*

| Azote introduit. | | Azote extrait. | |
|---|---|---|---|
| A l'état gazeux...... | $863^{cc},1 = 1084^{mg},9$ | A l'état gazeux...... | $863^{cc},3 = 1085^{mg},2$ |
| Sol................. | 0,9 | Sol et algues mélangés. | 22,4 |
| Solution nutritive.... | 21,9 | | |
| | 1107,7 | | 1107,7 |

» Ici la vérification est tout à fait satisfaisante.

» En définitive, pour nos algues, la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ est de même ordre (un peu plus petite) que pour les plantes supérieures entières qui ont été examinées. Il est à présumer que la plupart des végétaux à chlorophylle fourniraient de semblables résultats. »

BOTANIQUE. — *Observations sur la constitution de la membrane chez les Champignons.* Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« L'analyse microchimique que j'ai déjà employée dans l'étude de la membrane des Phanérogames, appliquée à l'examen des tissus des Champignons, démontre, chez ces plantes, l'existence d'une membrane à constitution chimique très complexe, qui contraste avec la simplicité de leur structure. Je me propose de résumer dans cette Note les premiers résultats obtenus.

» *Péronosporées.* — Ainsi que je l'ai déjà établi [1], le mycélium des Péronosporées est formé par l'association très intime de la cellulose et de la callose. La cellulose possède, dans ces membranes, les propriétés normales, c'est-à-dire se dissout dans le réactif de Schweizer et se colore par les réactifs iodés ou les couleurs tétrazoïques. Les appareils conidifères, privés de callose, sont formés de cellulose pure.

» *Saprolégniées.* — Le mycélium et les appareils sporifères ont la même constitution, c'est-à-dire sont formés de cellulose et de callose.

» *Mucorinées.* — La membrane des Mucorinées est bien différente : le mycélium et les filaments sporangifères renferment au moins deux substances : la cellulose et une autre substance qui a les réactions des composés pectiques; la première est surtout abondante à la partie interne de la membrane; la seconde forme surtout la partie externe et c'est à sa surface que sont fixés les dépôts d'oxalate de chaux. La callose est rare et ne se rencontre que dans la membrane diffluente des sporanges, soit dans toute

[1] L. Mangin, *Comptes rendus*, 1890.

son étendue (*Mucor, Phycomyces, Mortierella, Thamnidium,* etc.), soit partiellement (*Pilobolus*, etc.). Parfois, cependant, la callose forme un mince revêtement à la surface des filaments sporangifères (*Pilobolus*). La résistance à l'action des réactifs, l'élection des colorants, sont très variables : la membrane de certains *Mucor*, du *Phycomyces* se gélifie rapidement dans l'ammoniaque après l'action des acides; celle des *Syncephalis*, des *Piptocephalis* résiste bien plus longtemps et se colore avec difficulté.

» *Urédinées.* — Le mycélium, exclusivement développé dans les espaces intercellulaires, se nourrit des corps protoplasmiques et dissout le ciment de pectates insolubles des tissus de la plante hospitalière; mais il ne possède pas les réactions des composés pectiques et sa membrane, très délicate, est rapidement dissoute et à froid dans l'eau de Javelle étendue; il résiste à l'action des alcalis caustiques : la callose y fait toujours défaut; on ne la rencontre, et rarement, que dans les suçoirs intracellulaires.

» Les fructifications (œcidiospores, urédospores) offrent souvent les réactions colorantes des composés pectiques; quant au mycélium, il ne paraît renfermer que de la cellulose, comme l'indique la fixation des colorants tétrazoïques. Les suçoirs, très fins, développés dans les cavités cellulaires à la suite d'une perforation de la membrane, s'entourent d'une gaine plus ou moins épaisse partant du lieu de pénétration et invaginée dans la cavité; les réactifs colorants y décèlent la présence des composés pectiques, mais la cellulose y est rare; çà et là on rencontre, mais non d'une manière générale, des amas de callose autour des suçoirs (*Puccinia, Coleosporium*).

*Ustilaginées.* — Le mycélium des espèces de cette famille a les mêmes caractères chimiques que celui des Urédinées.

» *Basidiomycètes.* — Dans cet ordre, la constitution de la membrane est variable d'une tribu à l'autre.

» Dans l'Agaric champêtre, le Bolet pourpre, la Chanterelle, la membrane est dépourvue de callose; elle manifeste, avec les colorants basiques, les réactions d'une substance comparable aux composés pectiques; quant à la cellulose, si elle existe, elle ne peut être décelée au moyen des réactifs iodés, mais elle fixe les colorants acides (orseilline BB, couleurs de benzidine) qui caractérisent la cellulose normale dans les tissus des Phanérogames. D'autres espèces, les *Corticium*, les Coprins renferment de la callose associée peut-être aux composés pectiques. Enfin un certain nombre d'espèces coriaces (*Polyporus, Dedalea, Trametes,* etc.), dont les membranes sont incrustées d'une manière analogue à la subérine, manifestent nettement, quand on les a débarrassées de cette dernière, les réactions de la callose; malgré son abondance dans les tissus, cette substance n'existe pas seule; elle est associée en faible proportion à une autre matière qui fixe les colorants basiques (rouge de ruthénium, bleu de naphtylène, etc.) En tout cas, la cellulose paraît faire entièrement défaut.

» *Ascomycètes.* — Beaucoup plus homogène que dans les espèces de l'ordre précédent, la membrane des Ascomycètes est dépourvue de cellulose et formée essentiellement par la callose, soit seule (*Saccharomyces, Rhytisma,* Pezizes, Erysiphées, Pyrénomycètes divers : *Dyatripe, Dothidea, Fumago, Sordarias,* etc.), soit associée à une matière mucilagineuse souvent diffluente qui fixe les colorants basiques (*Bulgaria,* etc.).

» Chez les Érysiphées, le mycélium aérien est revêtu d'une couche qui fixe les colorants des substances protéiques.

» Enfin chez les Lichens les filaments mycéliens, formés de callose, contrastent par l'absence de cellulose avec les membranes des gonidies où cette substance existe (*Umbilicaria*, *Ramalina*, *Physcia*, etc.). L'*Usnea barbata* paraît faire exception, car je n'ai pas réussi à y manifester la présence de la callose, tandis que les membranes manifestent nettement les réactions de la cellulose et des composés pectiques.

» Les observations que j'ai faites me permettent d'affirmer que d'autres substances inertes vis-à-vis des colorants employés existent dans la membrane des Champignons; mais, en bornant l'examen à celles qui sont bien définies par leurs affinités colorantes, on voit déjà, par ce qui précède, que les termes de *fungine* (Braconnot), de *métacellulose* (Fremy), de *Pilzcellulose* (de Bary), impliquant l'existence d'une seule substance dans la membrane, sont inacceptables. On voit en outre que la cellulose, dont la présence est si constante chez les autres végétaux, manque le plus souvent chez les Champignons, malgré les observations publiées par M. Richter (1); quand elle existe, elle possède des caractères différents des propriétés habituelles : insolubilité dans le réactif de Schweizer, inertie vis-à-vis des réactifs iodés. C'est la callose qui représente la véritable substance fondamentale du mycélium; elle est chez les Champignons plus répandue que dans les tissus des autres groupes de plantes. Par ses réactions colorantes bien différentes de celles des substances fondamentales, elle offre, en raison de sa présence dans la plupart des parasites, une importance pratique de premier ordre, car elle permet de déceler les moindres vestiges de ceux-ci lorsque, par suite de l'absence de fructifications, il reste des doutes sur la nature parasitaire de certaines affections. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons (Hérault)*. Note de MM. **P. de Rouville**, **Aug. Delage** et **J. Miquel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie les coupes et la Carte géologique des terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons (Hérault), annoncées dans notre Note du 21 août dernier.

---

(1) Richter, *Beiträge zur genaueren Kenntniss der chemischen Beschaffenheit der Zellmembranen bei den Pilzen* (*Sitzungsb. der Akad. math.-natur. Classe*, I Abth., Bd. 83; Wien, 1881).

» Un Mémoire explicatif détaillé, actuellement en voie de publication et auquel seront annexées les présentes Carte et planche de coupes, fera mieux ressortir l'intérêt de notre récent travail ; mais, dès aujourd'hui, en comparant notre Carte avec celles qui l'ont précédée, l'une publiée, il y a vingt ans, par l'un de nous; l'autre, plus récemment en 1889, par M. Bergeron, on peut apprécier aisément combien nous avons étendu nos connaissances stratigraphiques sur les terrains primaires de la Montagne-Noire et, en particulier, sur le Cambrien.

» La minime épaisseur de $15^m$ et la composition exclusivement schisteuse, qui étaient attribuées à ce dernier terrain, font place aujourd'hui à une puissance de plus de $1000^m$ et à une pétrographie des plus variées, consistant en grès (grès siliceux et grès micacés), calcaires, dolomies à silex, schistes, grès quartziteux, le tout occupant en surface au moins 300 kilomètres carrés.

» Par suite du recouvrement immédiat de l'axe cristallin de la Montagne-Noire par le Dévonien (schistes avec calcaires fossilifères inclus), il nous a fallu renoncer, du moins pour cette partie de notre territoire, à rechercher, si toutefois elle existe quelque part, la formation sédimentaire mentionnée et même figurée, comme supportant le Cambrien.

» Notre étage anté-paradoxidien (groupe gréseux de Marcory et groupe calcaréo-dolomitique) n'avait pas encore été signalé. Nous n'avons jusqu'ici trouvé dans les grès de Marcory que des traces de fossiles indéterminables. Nous n'avons rien découvert dans le groupe calcaréo-dolomitique, mais personne, avant nous, n'avait constaté, dans les calcschistes amygdalins qui lui font immédiatement suite, la présence des Paradoxides.

» Entre le Paradoxidien et l'Arenig du Languedoc, tels qu'ils ont été jusqu'à présent décrits, nous avons, les premiers, signalé l'existence d'une formation, qui, par sa puissance et la vaste étendue de ses affleurements, joue, dans l'économie géologique de notre région, un rôle extrêmement important. La connaissance de cette formation et de ses relations avec celle qui la supporte et celle qui la recouvre nous a permis de rectifier nombre d'erreurs, résultant de sa confusion antérieure avec d'autres dépôts, analogues pétrographiquement, mais non synchroniques.

» Essentiellement constituée par des grès quartziteux et par des schistes, elle se lie intimement : par en bas, à notre Paradoxidien et, par en haut, à notre Arenig. Ses premiers bancs gréseux alternent avec les derniers lits schisteux contenant des Paradoxides, et ses dernières strates schisteuses

nous ont fourni quelques types de la faune seconde, non encore déterminés, mais paraissant différents de ceux signalés jusqu'ici dans notre Arenig languedocien. Il se peut que cette formation se fonde totalement dans les deux terrains qui l'encaissent, qu'elle disparaisse par conséquent, en tant que terme de notre série primaire ; mais il se peut aussi qu'il en reste une plus ou moins grosse part, et c'est cette part qu'il sera impossible de rapporter à un étage classique, tant que les caractères paléontologiques y feront défaut.

» Cet ensemble gréso-schisteux a successivement porté, dans nos Communications antérieures, les noms provisoires de *Post-cambrien* et de *Post-paradoxidien*. Cependant, en dépit de leur sens vague, qui nous les avait fait employer, ces dénominations nous ont semblé encore trop précises et nous leur avons substitué, toujours provisoirement, mais pour longtemps peut-être, le nom de *Barroubien*, qui, outre l'avantage qu'il a de ne rien préjuger, offre celui de rappeler une des régions de l'arrondissement, Barroubio, où s'observent le plus aisément, et la formation elle-même, et ses rapports avec les étages sous-jacent et superposé.

» Cette attribution au terrain Cambrien de termes pétrographiques aussi puissants et aussi divers ne nous paraît pas devoir demeurer indifférente pour l'intelligence des terrains primaires en France.

» En ce qui concerne les contours des surfaces d'affleurement de chaque étage représenté sur notre carte nous les avons relevés avec soin, de façon à nous tenir le plus près possible de la réalité ; mais nous devons faire observer que la limite septentrionale de notre zone dévonienne échappe à toute précision. Il nous a fallu, en effet, la tracer au milieu de schistes sériciteux qui, vers le sud, enclavent des calcaires fossilifères dévoniens et, vers le nord, passent insensiblement aux micaschistes et aux gneiss.

» Quant à nos coupes, elles sont, pour plus de clarté, un peu schématiques, en ce sens que les reliefs y sont parfois exagérés et que le nombre des plis figurés pour le Barroubien et l'Arenig y est arbitraire, mais plutôt inférieur au nombre réel. Elles sont exactes pour tout le reste. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains triasique et jurassique des îles Baléares.* Note de M. **H. Nolan**, présentée par M. Fouqué.

« Les voyages que j'ai faits aux Baléares, en 1887, 1888 et 1890, m'ont permis de compléter les notions que l'on possède sur la Géologie de cette région ([1]).

» Les travaux de J. Haime, Bouvy, Vidal, Molina, et surtout ceux de H. Hermite, avaient déjà fait connaître dans les terrains secondaires les principaux horizons ; mes recherches me permettent maintenant de combler un certain nombre de lacunes importantes.

» J'indiquerai seulement dans cet exposé les faits relatifs aux terrains triasique et jurassique.

» Le Trias supérieur, dont M. de Mojsisovics a étudié la forme, d'après les matériaux recueillis par Hermite et par moi à Minorque, présente un facies alpin. J'ai constaté que cette faune se répartissait de bas en haut entre les trois horizons suivants, que j'ai retrouvés à Majorque et à Iviza: 1° zone à *Trachyceras Curionii* (Mojs.) et *Trachyceras Vilanovæ* (Mojs.); 2° zone à *Daonella Lommeli* (Wism.); 3° zone à *Hœrnesia pseudosocialis* (Nolan) et *Monotis salinaria* (Bronn).

» L'Infra-lias et le Sinémurien paraissent être représentés par des assises non fossilifères. Au Sinémurien, en particulier, correspondraient des calcaires avec bancs de poudingues indiquant des actions côtières et un déplacement des anciens rivages.

» Le Charmouthien de la Muleta, étudié par Haime et plus tard par Hermite, se retrouve dans la partie nord-est de la cordillère de Majorque (Cal-Rey). Il est caractérisé par *Polymorphites Jamesoni* (Sow.), *Rynchonella tetraedra* (Sow.), *Zeilleria Davidsoni* (Haime), c'est-à-dire par une faune occidentale existant aussi en Portugal, où M. Choffat l'a fait connaître, et très différente, au contraire, de la faune méditerranéenne découverte par MM. Bertrand et Kilian en Andalousie.

» Le Toarcien à *Harpoceras Levisoni* (Simps.) et *Cœloceras Raquinianum* (d'Orb.) affleure à Binixems (Minorque), et près d'Es Parells (Majorque). Il ne diffère pas sensiblement des couches de même âge de la Lombardie

([1]) Les nombreux documents que j'ai rapportés ont été déposés dans la collection du Laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

et du Portugal. Jusqu'ici l'existence de la zone supérieure à *Harpoceras opalinum* n'a pu être démontrée.

» Le niveau le plus inférieur du Bajocien dont j'aie pu constater la présence se montre à Aumallutx et à la Burguesa (Majorque). Il est caractérisé par *Harpoceras concavum* (Sow.), *Harpoceras cornu* (Buckm.), *Amaltheus subspinatus* (Buckm.). Ces ammonites établissent donc, avec certitude, la présence de la zone à *Harpoceras concavum*, que M. Buckman a signalée le premier en Angleterre et qui a été retrouvée récemment par M. Munier-Chalmas en Normandie, puis par M. Haug en Alsace et dans les Basses-Alpes.

» Aux couches précédentes succèdent des calcaires : *Cœloceras Baylei* (Opp.) et *Sphæroceras polyschides* (Waagen), caractéristiques du Bajocien moyen; enfin, l'étage se termine par la zone supérieure à *Cosmoceras Garantianum* (d'Orb.).

» Ces superpositions confirment la grande extension et l'importance des principales divisions bajociennes établies dans le bassin de Paris et en Souabe.

» Le Bathonien indiqué avec doute par Hermite aux environs d'Alcudia, d'après la présence du *Parkinsonia Parkinsoni*, constitue probablement en grande partie la chaîne montagneuse de la côte orientale de Majorque.

» Près du Puig de Galatzo, des formes très voisines du *Sphæroceras bullatum* (d'Orb.), ou même identiques à cette espèce, indiquent l'existence du Callovien.

» D'après Hermite, aux environs de Lofre, des calcaires à *Perisphinctes* sp. et *Oppelia Delemontana* (Opp.) représenteraient l'Oxfordien à Majorque.

» Le Rauracien n'est encore connu qu'à Iviza, où il a été trouvé par MM. Vidal et Molina au cap de Punta-Grossa. Comme eux, j'y ai recueilli : *Peltoceras bimammatum* (Quenst.), *Phylloceras tortisulcatum* d'Orb.), *Oppelia compsa* (Opp.).

» Le Kimméridgien à *Oppelia tenuilobata* doit être représenté par des calcaires non fossilifères.

» Les terrains jurassiques supérieurs présentent le facies tithonique à Céphalopodes si général dans la région préméditerranéenne. Les premières couches fossilifères sont celles que caractérise le *Simoceras Agrigentinum* (Gemm.). Les niveaux les plus élevés, étudiés en détail par Hermite à Majorque, se retrouvent à Cabrera et à Iviza.

» Au-dessus d'eux, dans cette dernière île, des marnes pyriteuses à *Phylloceras semisulcatum* (d'Orb.), *Hoplites privasensis* (Pictet), *Hoplites Calisto* (d'Orb.), semblent l'équivalent de la zone de Berrias, rencontrée aussi par M. Pomel en Algérie.

» Il résulte des observations précédentes :

» 1° Qu'à l'époque du Trias supérieur les courants alpins, après s'être étendus sur les îles Baléares (39° de latitude nord), devaient remonter vers le nord pour atteindre à l'embouchure de l'Elbe le 41° de latitude nord, car dans la province de Valence, qui se trouve sous le même parallèle qu'Iviza, M. Nicklès a constaté que le Trias était caractérisé par le facies occidental;

» 2° Qu'il ne paraît pas exister de lacune dans les terrains triasique et jurassique des Baléares, et que les divisions de ces systèmes, basées en Angleterre, en Allemagne, sur l'étude des Céphalopodes, sont les seules qui permettent de synchroniser à de grandes distances les différentes assises des terrains secondaires. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 4 décembre 1893.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. 6e série, t. XXX, décembre 1893. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie* (fondé en 1809), rédigé par MM. Fremy, Regnauld, Lefort, Planchon, Riche, Jungfleisch, Petit, Villejean, Bourquelot et Marty. N° 11, 1er décembre 1893. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Recherches anatomiques sur la distribution des composés pectiques chez les végétaux*, par L. MANGIN. (Extrait du *Journal de Botanique*). Paris, J. Mersch, imprimeur, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

*Rapport général à M. le Ministre de l'Intérieur sur les épidémies qui ont régné en France pendant l'année 1891, fait au nom de la Commission permanente des épidémies de l'Académie de Médecine*, par M. le Dr CHAUVEL, rapporteur. Melun, 1893; 1 broch. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey).

*Étude histologique de la sécrétion du lait*, par le Dr L. DUCLERT, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Montpellier, C. Coulet, 1893; 1 broch. gr. in-8°. (Présentée par M. Ranvier.)

*Les Maladies de l'Afrique tropicale*, par le P. JOSEPH ETTERLÉ, S. J., missionnaire du Zambèze. Bruxelles, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

*Les lépreux ambulants de Constantinople*, par le Dr ZAMBACO-PACHA. (Extrait de la *Gazette médicale d'Orient*.) Constantinople, Christides, 1893; broch. in-8°. (Présentée par M. le baron Larrey.)

*La lèpre. Conférence faite à l'Hôpital de la Charité*, par le Dr ZAMBUCO-PACHA, membre correspondant de l'Académie de Médecine, etc. (Extrait des *Annales de Médecine scientifique et pratique*.) Paris, Baudelot, 1893; 1 broch. in-8°. (Présentée par M. le baron Larrey.)

*Voyage chez les lépreux. La lèpre dans le midi de la France en* 1893. Communication faite à l'Académie de Médecine le 9 mai 1893, par le Dr ZAMBACO-PACHA, membre correspondant national. Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

*Études anatomo-pathologiques. L'inflammation*, par MAURICE LETULLE, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Traité élémentaire de Physique*, par A. GANOT. Paris, Hachette et Cie; 1 vol. in-12.

*Mémoires de la Société Géologique de France. Paléontologie*. Tome IV, fasc. I. Paris, Baudry et Cie, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Observatoire du Puy-de-Dôme*. Fondateur : M. ALLUARD, professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Clermont. *Observations météorologiques*, 1873-1887. Clermont-Ferrand, Bellet et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

*Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*. Tome XXXI. Seconde Partie. Genève, 1892-1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*, publié sous la direction du professeur Dr M. MENZBIER. Année 1893. N° 1. Moscou, 1893; 1 vol. in-8°.

*Nouvelle méthode pour l'étude goniométrique et optique des cristaux, appliquée à la Minéralogie et à la Pétrographie*, par E. Fedoroff, conservateur du Comité géologique. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Die untertertiären Ablagerungen Südrusslands*, von N. Sokolow. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

*Die Fauna des unteren Devon am Ostabhange des Ural*, von Th. Tschernyschen. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie; 1 vol. gr. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 DÉCEMBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Noël, la séance du lundi 25 décembre sera remise au mardi 26.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la sublimation des iodures rouge et jaune de mercure;* par M. **Berthelot**.

« L'iodure de mercure se présente sous deux états isomériques distincts, à l'état d'iodure rouge, stable à la température ordinaire, et à l'état d'iodure jaune, produit par l'action de la chaleur sur le précédent et stable à une température élevée; tous deux cristallisés.

» Le dernier est susceptible de revenir aisément à l'état d'iodure rouge à la température ordinaire, notamment au contact de la moindre trace des cristaux d'iodure rouge. Cette transformation, produite sans le concours

d'une énergie extérieure, s'explique, parce qu'elle est accompagnée d'un dégagement de chaleur égal à $+3^{\mathrm{Cal}},0$ pour $\mathrm{HgI}^2 = 354^{\mathrm{gr}}$, d'après mes expériences (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXIX, p. 241). On sait que chacun de ces deux iodures peut être séparé comme tel de certains dissolvants, à la température ordinaire : l'iodure rouge étant obtenu en général par voie de précipitation, et l'iodure jaune se séparant par refroidissement, ou addition d'eau, de sa solution alcoolique.

» Frankenheim avait même pensé que les deux iodures, rouge et jaune, de mercure pouvaient exister tous deux à l'état de vapeurs isomériques, se fondant sur l'expérience suivante. Chauffons avec précaution sur une lame de verre un mélange de ces deux corps, en tenant une seconde lame de verre à une très petite distance et en opérant à une température assez basse, pour que les cristaux rouges ne soient pas transformés : il se condensera sur la lame supérieure un sublimé, renfermant à la fois des cristaux jaunes et des cristaux rouges (1).

» L'expérience est facile à répéter; mais elle ne prouve pas l'existence des deux isomères à l'état de vapeur. Sans doute la condensation de l'iodure de mercure en vapeur donne naissance directement à l'iodure jaune; mais il suffit du contact de la moindre trace de cristaux d'iodure rouge pour amener à l'état rouge l'iodure jaune. Or, si l'on examine les conditions de l'expérience précédente, il est facile de reconnaître qu'il y est impossible d'éviter la projection des fines poussières de l'iodure rouge, placé sur la lame de verre inférieure; ce qui enlève toute valeur à la conclusion : il ne paraît donc exister sous forme gazeuse qu'un seul composé, l'iodure jaune. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherche sur la structure des plumes;* par M. C. Sappey.

« Toutes les plumes n'offrent pas la même structure. Considérées sous ce point de vue, on peut les diviser en deux ordres : les grandes plumes ou les *pennes* et les petites plumes ou plumes de recouvrement.

» Les grandes plumes se composent de quatre parties : l'étui corné, la tige, les barbes et les barbules.

» L'étui corné ou partie basilaire revêt la forme d'un cylindre à parois

(1) *Journal für pr. Ch.*, t. XVI, p. 1; 1839.

rigides et transparentes. Il présente deux orifices connus sous le nom d'*ombilics* et distingués en inférieur et supérieur. L'ombilic inférieur est circulaire; l'ombilic supérieur est allongé, très petit et fusiforme. Cette première portion de la plume est formée de deux plans de cellules, d'un plan profond ou longitudinal, et d'un plan superficiel ou circulaire. Les cellules qui les composent sont très longues, renflées à leur partie moyenne et pourvues d'un très petit noyau, allongé aussi. Toutes ces cellules sont reliées entre elles par un ciment qui les unit très fortement. Pour les mettre en évidence, il faut faire bouillir l'étui corné dans une solution concentrée de potasse; on peut alors les dissocier et distinguer le noyau qui en occupe le centre.

» La tige se présente sous l'aspect d'une longue pyramide quadrangulaire, dont la base se continue avec l'étui. Elle offre une face supérieure convexe et une face inférieure concave, l'une et l'autre constituées par un prolongement de l'étui corné. Les deux faces latérales sont planes et recouvertes par un épithélium composé de grosses cellules hexagonales.

» La partie centrale de la tige est représentée par une substance blanche connue sous le nom de *substance spongieuse*. Aucun anatomiste jusqu'à présent n'a cherché à en pénétrer la structure. Dutrochet, qui s'est livré en 1819 à de longues études sur les plumes, garde le silence sur ce point; et Fréd. Cuvier, qui s'en est occupé en 1825, n'est pas plus explicite. Cette structure cependant est intéressante à connaître; car elle se lie d'une manière intime à la constitution essentielle du plumage.

» Vue à la lumière réfléchie, la substance spongieuse est blanche; découpée en tranches minces et vue à la lumière transmise, elle est noire. Sa composition nous explique cette différence de coloration. Elle est formée de cellules polyédriques, se juxtaposant par leurs facettes. Or toutes ces cellules sont remplies d'air. Au moment où les rayons lumineux les traversent, ils sont si fortement réfractés qu'aucun d'eux n'arrive jusqu'à l'œil de l'observateur; de là leur couleur noire lorsqu'on les voit au microscope.

» Ainsi constituée, la tige est à la fois résistante et légère. Elle est redevable de sa résistance à son enveloppe cornée, et de sa légèreté à l'air qu'elle contient.

» Les barbes, implantées sur les facettes latérales de la tige, sont planes et triangulaires; elles se correspondent par leurs faces. Les barbules recouvrent leur bord supérieur. Au premier aspect elles semblent différer beaucoup de la tige; et cependant elles n'en sont, en réalité, qu'une

simple expansion. Comme la tige, en effet, elles sont formées par une enveloppe fibreuse; et au-dessous de l'enveloppe on ne trouve aussi que des cellules pleines d'air. En outre, autour des barbes et des barbules, et sur toute leur périphérie, il existe une myriade de très petites bulles d'air. L'air tient donc une place importante dans le plumage de l'oiseau. Il remplit l'étui corné; il remplit les cellules de la substance spongieuse; il remplit les cellules des barbes; il remplit tous les vides compris entre celles-ci et forme ainsi quatre petits groupes indépendants les uns des autres.

» D'où vient celui qui remplit l'étui corné? Il pénètre dans cet étui par l'ombilic supérieur. Une expérience physique le démontre : je ferme cet orifice; je remplis l'étui avec du mercure, puis je le renverse sur une cuve pleine du même métal. L'étui reste plein; j'enlève l'opercule qui fermait l'ombilic supérieur : l'étui se vide aussitôt. J'ai répété plusieurs fois cette expérience, et toujours avec le même résultat. Il est donc évident, et tout à fait incontestable, que l'air pénètre dans l'étui corné par l'ombilic supérieur.

» D'où vient celui qui remplit les cellules de la tige et toutes les barbes? Il vient des innombrables petites bulles disséminées et comme infiltrées dans les interstices de celles-ci. Ces bulles pénètrent par voie de capillarité ou d'endosmose dans les cellules des barbes, et passe ensuite des barbes dans la substance spongieuse de la tige.

» Ces quatre petites provisions d'air, ou ces quatre petits groupes de bulles, forment une masse totale considérable, et sa température, s'élevant à 40°, le plumage peut être considéré comme un appareil aérostatique qui possède une réelle puissance ascensionnelle.

» A cet appareil ascensionnel s'en ajoute un second représenté par les réservoirs aériens. Chez l'Homme et les Mammifères l'air inspiré ne s'étend pas au delà des poumons; mais chez les Oiseaux il passe de ces organes dans de larges sacs qui se prolongent dans la plupart des os. Dans un travail publié il y a plus de quarante ans, j'ai démontré que ces sacs ou réservoirs sont au nombre de neuf et qu'ils sont disposés de manière à occuper les régions supérieures du corps. Il suit de cette situation que les organes lourds, rejetés à la partie inférieure, jouent le rôle de lest et que pendant le vol les oiseaux se trouvent naturellement équilibrés. Cet air qui pénètre dans toutes les parties du corps en possède aussi la température; les réservoirs aériens, comme le plumage, sont donc doués aussi d'une certaine puissance ascensionnelle. Cette seconde puissance, en s'ajoutant à la précédente, vient en doubler ou en tripler l'énergie. Plus l'oiseau

s'éloigne du sol et plus aussi cette énergie s'accroît, la température de l'air ambiant s'abaissant à mesure que l'oiseau s'élève. Aussi remarque-t-on que, chez les grands voiliers et les oiseaux voyageurs, ces deux appareils aérostatiques arrivent à leur maximum de développement. Les Rapaces diurnes, qui planent pendant de longues heures dans les hautes régions de l'atmosphère, agitent à peine leurs ailes; à cette hauteur, ils flottent sans efforts et sans fatigue sur l'air ambiant, à peu près comme une plaque de liège sur la surface de l'eau.

» Telle est la structure des grandes plumes. En passant de celles-ci aux petites, on constate que ces dernières sont non seulement infiniment plus nombreuses, mais aussi qu'elles présentent une structure bien différente. Ces petites plumes sont composées de poils, et ces poils sont constitués comme ceux qui recouvrent la peau des quadrupèdes, et aussi comme ceux qui forment les sabots et les cornes. Ainsi les petites plumes, les poils des Mammifères, les sabots et les cornes offrent la même structure. Chacun de ces trois ordres d'organes se compose de poils; et ces poils, pour chacun d'eux, sont formés de deux substances : d'une substance centrale ou médullaire représentée par des cellules à peine différenciées, et d'une substance corticale ou fibreuse représentée par de longues cellules fusiformes fortement unies entre elles.

» Après avoir constitué chacun de ces trois ordres d'organes avec des éléments à peu près identiques et semblablement disposés, comment la nature a-t-elle procédé pour leur donner un aspect si différent, des attributions si différentes, et une destination si différente aussi? Elle a procédé ici comme elle procède toujours, en faisant appel à des modifications d'une merveilleuse simplicité.

» Aux poils des sabots et des cornes, elle a donné un volume beaucoup plus gros; et ces gros poils, elle les a solidement unis sur toute leur longueur, en sorte que le cheval et le bœuf marchent sur des poils perpendiculaires à la surface du sol, mais si fortement unis, si bien solidarisés dans leur résistance, qu'ils supportent sans fléchir le poids énorme dont ils sont chargés.

» Aux poils des Mammifères, elle a donné un volume beaucoup plus petit et une complète indépendance et, en leur enlevant toute solidité, elle leur a laissé seulement l'avantage de se mouvoir et de glisser librement les uns sur les autres. Aux poils des petites plumes, elle a donné la ténuité d'un fil d'araignée et une pleine indépendance aussi et leur a ainsi commu-

niqué une telle légèreté que le moindre zéphir en passant sur elles les soulève et les emporte.

» Pour différencier ces organes de structure identique, il lui a suffi en un mot de modifier quelques-uns de leurs attributs extérieurs, de donner aux uns un volume plus grand, aux autres un volume plus petit, d'unir les premiers, d'isoler les seconds, et ces organes ainsi modifiés diffèrent tellement qu'ils semblent n'avoir rien de commun. »

GÉOGRAPHIE. — *Note de M.* **Grandidier** *accompagnant la présentation de son Ouvrage sur* « *l'Histoire de la Géographie de Madagascar* ».

En déposant sur le bureau de l'Académie son Volume de l' « Histoire de la Géographie de Madagascar », M. Grandidier s'exprime ainsi qu'il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie l'*Histoire de la Géographie de Madagascar*, que je viens de publier après de nombreuses années de recherches et de calculs. J'y ai étudié la Cartographie malgache dans les temps anciens, au moyen âge chez les Arabes et les Européens, et dans les temps modernes jusqu'à nos jours; un Atlas de 67 Planches comprenant les facsimilés de 132 Cartes ou Plans montre la marche des progrès faits dans la connaissance de la grande île africaine depuis 1153, progrès qui ont été très lents, en ce qui touche surtout la topographie intérieure, jusqu'à mes voyages de 1865 à 1870. J'y ai discuté toutes les observations astronomiques ou trigonométriques qui ont été faites à Madagascar jusqu'en 1892, et j'ai établi, d'après des données exactes, une liste de 110 points fondamentaux, situés tant sur la côte que dans l'intérieur du pays, auxquels j'ai rapporté la position des lieux intermédiaires; des Tableaux donnent la position de ces lieux, au nombre de près de 3000, qui, pour la plupart, n'avaient encore jamais été mentionnés, et dont j'ai déterminé, calculé ou discuté avec soin les coordonnées géographiques; j'ai indiqué dans des colonnes spéciales les principales dénominations qui ont été successivement données à ces localités aux diverses époques, les noms des auteurs qui les ont citées pour la première fois, ainsi que l'orthographe, souvent étrange, qu'ils leur ont appliquée, et la signification littérale de la plupart des noms locaux. A ces Tableaux, qui résument l'état actuel de nos connaissances géographiques sur la grande île africaine, j'ai ajouté

la liste des voyageurs qui ont contribué au progrès de ces connaissances, ainsi que celle des Cartes et Vues, au nombre de plus de 1100, que j'ai consultées pour écrire cette Histoire de la Géographie de Madagascar.

» Ce Volume (¹) est le Tome I de l'*Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar,* que je publie avec la collaboration de nombreux savants, et dont il a déjà paru 14 Tomes avec 1210 Planches. »

PHYSIQUE. — *Les densités des vapeurs saturées, dans leurs rapports avec les lois de congélation et de vaporisation des dissolvants;* par M. **F.-M. Raoult.**

« Soient

$d'$ densité actuelle de la vapeur saturée d'un liquide, par rapport à l'air;
$d$ densité théorique de la même vapeur, dans les mêmes conditions;
T température absolue;
$u'$ volume spécifique de la vapeur saturée;
$u$ volume spécifique du liquide;
$L_1$ chaleur latente de fusion;
$L_2$ chaleur latente de vaporisation;
P poids de substance fixe dissoute dans $100^{gr}$ de dissolvant;
$M_1$ poids moléculaire de la substance dissoute ($H=1$);
M poids moléculaire du dissolvant;
$f$ tension de vapeur du dissolvant pur, en mill. de mercure;
$f'$ tension de vapeur de la dissolution;
$\Delta T$ élévation du point d'ébullition de la dissolution;
C abaissement du point de congélation de la dissolution;
E équivalent mécanique de la chaleur.

» I. J'ai établi (*Comptes rendus,* de 1886 à 1890) que si l'on dissout un poids P de substance fixe dans $100^{gr}$ de dissolvant volatil, de manière à obtenir une dissolution *étendue,* on diminue la tension de vapeur d'une quantité donnée par la relation

$$(a) \qquad \frac{f-f'}{f}\,\frac{100}{P}\,\frac{M_1}{M}=K,$$

(¹) Ce Volume porte la mention : *deuxième tirage, revu et augmenté en* 1892, parce que j'ai fait faire, en 1885, à la demande de divers géographes, quoique je n'eusse pas encore terminé tous mes calculs astronomiques et trigonométriques, un premier tirage à cent exemplaires de la partie historique et des Tableaux qui étaient alors prêts, mais aucun de ces exemplaires n'a été mis dans le commerce.

K étant une quantité constante pour un même dissolvant, variant peu d'un dissolvant à l'autre et généralement voisine de 1,04.

» Comme la différence $f - f'$ est faible, on a

$$(b) \qquad f - f' = \Delta T \frac{df}{dT},$$

et, par suite,

$$(c) \qquad \frac{\Delta T}{f} \frac{df}{dT} \frac{100}{P} \frac{M_1}{M} = K.$$

» Les relations ($a$) et ($c$) montrent que les poids moléculaires des corps fixes, dissous en égale proportion dans un même liquide volatil, sont inversement proportionnels aux diminutions relatives de tension $\frac{f-f'}{f}$, ainsi qu'aux élévations $\Delta T$ des points d'ébullition sous une même pression. J'ai dit cela depuis longtemps, et je n'en parle ici que pour rappeler mes droits évidents, quoique parfois méconnus à l'étranger, dans la méthode dite d'*ébullition*, pour la détermination des poids moléculaires.

» II. Ultérieurement, dans un travail expérimental fait en commun avec M. Recoura sur les tensions de vapeur de l'acide acétique employé comme dissolvant (*Comptes rendus*, 24 février 1890; *Annales de Chimie et de Physique*, 6$^e$ série, t. XX, 1890), nous avons reconnu que cette quantité K n'est autre chose que le rapport $\frac{d'}{d}$, qui existe entre la densité actuelle $d'$ de la vapeur saturée et la densité théorique $d$ de cette même vapeur dans les mêmes conditions. Par suite, *la loi générale des tensions de vapeur des dissolvants* s'est trouvée exprimée de la manière suivante, dans le cas des dissolutions étendues,

$$(d) \qquad \frac{d'}{d} = \frac{f-f'}{f} \frac{100}{P} \frac{M_1}{M}.$$

» Peu de temps après, M. van't Hoff a donné une démonstration théorique de cette formule (*Zeitsch. f. Phys. Chem.*, t. VI, 1890).

» Les dissolutions étant étendues, la différence $f - f'$ peut être remplacée par $\Delta T \frac{df}{dT}$, et la même loi s'exprime alors de la manière suivante

$$(e) \qquad \frac{d'}{d} = \frac{\Delta T}{f} \frac{df}{dT} \frac{100}{P} \frac{M_1}{M}.$$

» III. La Théorie mécanique de la chaleur conduit, comme on sait, à

la relation

$$(f) \qquad L_2 = \frac{T}{E}(u' - u)\frac{df}{dT}\,13{,}59.$$

» Si l'on remarque que l'expression du travail extérieur de dilatation, pendant 1 degré d'une molécule à l'état de gaz parfait est

$$(g) \qquad 1{,}988 = \frac{760 \times 13{,}59 \times M}{273 \times 1{,}2932 \times E \times d'},$$

et si l'on combine cette expression ($g$) avec la précédente ($f$), en négligeant $u$, on trouve

$$(h) \qquad \frac{d'}{d} = 1{,}988\,\frac{T^2}{L_2 \times M \times f}\,\frac{df}{dT}.$$

» IV. Dans une Note *Sur les points de congélation des dissolutions salines* (*Comptes rendus*, t. LXX, 1870), M. Güldberg a établi qu'il doit y avoir un rapport à peu près constant, et voisin de 105, entre la diminution relative de tension de vapeur et l'abaissement du point de congélation, pour les dissolutions *étendues* des sels dans l'eau. En m'inspirant des mêmes considérations que le savant suédois, et en tenant compte de la relation ($g$), j'ai trouvé que la relation exacte qui existe entre ces deux quantités, dans le cas d'une dissolution *étendue* quelconque, est exprimée par la formule suivante

$$(i) \qquad \frac{d'}{d} = 1{,}988\,\frac{f - f'}{f \times C}\,\frac{T^2}{L_1 \times M}.$$

» Cette expression montre, entre autres choses, qu'il n'est pas exact de dire d'une manière générale, que $\frac{f-f'}{fC}$ est constant, sans ajouter que $f$ et $f'$ correspondent à la température T de congélation. En effet, d'après la formule ($d$), le rapport $\frac{f-f'}{f}$ est proportionnel au rapport $\frac{d'}{d}$, qui, comme on sait, varie avec la température.

» V. Égalant les seconds membres des équations ($d$) et ($i$), on obtient

$$(j) \qquad \frac{C}{P}M_1 = 0{,}01988\,\frac{T^2}{L_1},$$

ce qui n'est autre chose que la formule bien connue, établie théoriquement par M. van't Hoff, pour exprimer l'abaissement moléculaire de congéla-

tion des dissolutions (*Kong. svenska vetenskaps-akademiens Handlingar*, t. XXI, n° 17, 1886.) Si, d'autre part, on combine les équations ($e$) et ($h$), on trouve

$$(k) \qquad \frac{\Delta T}{P} M_1 = 0,01988 \frac{T^2}{L_2},$$

formule qui a été établie théoriquement par M. Arrhénius (*Zeitsch. f. Phys. Chem.*, t. IV, 1889) pour exprimer l'élévation moléculaire du point d'ébullition des dissolutions étendues.

» Réciproquement, les formules de van't Hoff ($j$) et d'Arrhénius ($k$) étant admises, si l'on combine la première avec la formule ($i$), ou la seconde avec la formule ($h$), on obtient de toute manière l'expression ($d$) de Raoult et Recoura. Celle-ci est donc surabondamment vérifiée au point de vue théorique.

» VI. Au point de vue expérimental, la vérification de la même formule ($d$) peut se faire aujourd'hui plus complètement qu'autrefois, grâce aux données dont la science s'est enrichie.

» Bien avant d'avoir remarqué que, dans ma formule primitive ($a$), le terme K est égal à $\frac{d'}{d}$, j'avais déterminé la valeur de K à *l'origine* $\left(\text{et, par conséquent, la valeur exacte de } \frac{d'}{d}\right)$ pour l'eau, l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, l'alcool et l'acide acétique, au voisinage du point d'ébullition (*Ann. de Chimie et Physique*, 6e série, t. XX, 1890). Pour permettre de juger jusqu'à quel point les résultats que j'avais ainsi obtenus sout exacts, je les rapporte tous, dans le Tableau suivant, à côté d'autres qui ont été trouvés directement, pour les mêmes liquides et aux mêmes températures, principalement par MM. Ramsay et Young (*Phil. Trans. fo the Royal Soc. of London*, de 1886 à 1891; *Journ. of the Chem. Soc.*, vol. XLIX, 1886) et par M. Battelli (*Ann. de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIV et XXV, 1892-1893) dont les travaux font autorité.

| Nature du liquide. | Température. | Rapport $\frac{d'}{d}$ entre la densité actuelle $d'$ et la densité théorique $d$ de la vapeur saturée. | Auteurs. |
|---|---|---|---|
| Eau ............... | 100° | 1,03 | Fairbairn, Pérot. |
| | id. | 1,02 | Raoult. |
| Alcool ............. | 78° | 1,02 | Ramsay et Young. |
| | id. | 1,01 | Raoult. |

| Nature du liquide. | Température. | Rapport $\frac{d'}{d}$ entre la densité actuelle $d'$ et la densité théorique $d$ de la vapeur saturée. | Auteurs. |
|---|---|---|---|
| Éther............. | 20° | 1,04 | Ramsay et Young. |
| | id. | 1,03 | Battelli. |
| | id. | 1,04 | Raoult. |
| Sulfure de carbone... | 24° | 1,01 | Battelli. |
| | id. | 0,99 | Raoult. |
| Benzine........... | 80° | 1,02 | Ramsay et Young. |
| | id. | 1,01 | Raoult. |
| Acide acétique...... | 118° | 1,62 | Cahours. |
| | id. | 1,66 | Ramsay et Young. |
| | id. | 1,63 | Raoult et Recoura. |

» L'accord entre ces nombres constitue une vérification expérimentale satisfaisante de la formule ($d$) et, en même temps, une preuve de l'exactitude des méthodes d'observation que j'ai mises en œuvre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les incendies des landes de la Gironde et la sécheresse exceptionnelle du printemps et de l'été de* 1893, *par MM.* G. Rayet *et* G. Clavel. Note de M. **G. Rayet**.

« La sécheresse si remarquable du printemps et de l'été de 1893, sécheresse qui a eu sa répercussion dans presque tous les phénomènes de la végétation, a favorisé d'une manière singulière la naissance et la propagation des incendies dans les bois de pins de la Gironde.

» Pendant toute la belle saison nous avons, presque chaque soir, vu de l'observatoire de Bordeaux (Floirac) l'horizon ouest s'éclairer des lueurs d'un incendie. En fait, du 1er mars au 1er septembre, en 184 jours, il y a eu dans les landes de la Gironde 132 incendies de bois qui ont brûlé 35 589 hectares de forêts et entraîné des pertes s'élevant à plus de 6 millions de francs.

» Des désastres analogues s'étaient déjà produits en 1870, année pendant laquelle le printemps et l'été ont également été secs; il est vraisemblable que les incendies dans les pins sont fréquents et importants toutes les fois que le sol et les sous-bois sont particulièrement secs.

» Quoi qu'il en soit, en présence de l'impression produite sur les populations par les incendies de 1893, nous avons voulu, M. Clavel et moi, fixer d'une manière exacte l'étendue des désastres actuels et rechercher

les circonstances météorologiques qui les ont accompagnés. Telle est l'origine du travail que nous offrons aujourd'hui à l'Académie.

» M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées Clavel, qui est en même temps agent voyer en chef de la Gironde, a fait relever par ses agents le périmètre des surfaces atteintes par le feu. Ce travail, qui présente toute garantie d'exactitude, a permis de former un Tableau, puis de dresser une carte sur laquelle chaque incendie se trouve marqué avec sa date.

» Quant à moi, j'ai cherché à établir, par une discussion complète des observations pluviométriques faites à Bordeaux au siècle dernier et pendant les années plus voisines, le degré de sécheresse de l'année actuelle.

» Les séries d'observations udométriques que j'ai pu réunir et consulter sont celles des frères de Sarrau de 1714 à 1770; du D[r] de Lamothe de 1776 à 1790; de MM. Abria et Petit-Lafitte de 1843 à 1880; et enfin de l'observatoire de 1881 à 1893. Soit en tout 122 ans d'observations.

» Ces séries d'observations ont, sans aucun doute, des précisions assez inégales; cependant leur étude montre qu'elles ont été faites avec soin et les erreurs qu'elles peuvent comporter ne sauraient infirmer les résultats très nets qu'elles mettent en évidence. J'en ai d'abord déduit, et je reproduis ici, le Tableau des printemps et des étés les plus secs, ainsi que celui des deux saisons les plus sèches.

| Printemps secs. | | Étés secs. | | Ensemble des deux saisons sèches. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Année. | Quantité de pluie. | Année. | Quantité de pluie. | Année. | Quantité de pluie. |
| | mm | | mm | | mm |
| 1768... | 25,5 | 1722... | 54,5 | 1716... | 93,7 |
| 1716... | 27,9 | 1790... | 60,8 | 1893... | 153,8 |
| 1893... | 55,6 | 1716... | 65,8 | 1870... | 165,9 |
| 1760... | 60,6 | 1741... | 76,8 | 1767... | 169,3 |
| 1719... | 61,1 | 1770... | 76,8 | 1741... | 175,9 |
| 1779... | 64,6 | 1744... | 78,2 | 1755... | 194,4 |
| 1755... | 68,8 | 1780... | 82,1 | 1760... | 213,4 |
| 1870... | 77,6 | 1729... | 85,2 | 1778... | 213,6 |
| 1844... | 78,0 | 1869... | 85,5 | 1780... | 217,9 |
| 1767... | 81,3 | 1767... | 88,0 | 1783... | 219,2 |
| 1761... | 84,7 | 1870... | 88,3 | 1770... | 228,3 |
| 1764... | 87,2 | 1766... | 93,9 | 1766... | 232,7 |
| 1754... | 90,7 | 1893... | 98,2 | 1726... | 232,9 |
| 1778... | 90,7 | 1746... | 98,9 | 1761... | 235,2 |
| 1743... | 93,1 | 1738... | 99,5 | 1744... | 240,5 |

» On voit que, en 122 années d'observations, on ne trouve que deux printemps plus secs que celui de 1893. La sécheresse exceptionnelle des mois de mars, avril et mai 1893, s'accuse d'une façon encore plus remarquable si l'on tient compte que, dans cette période, il y a eu 76 jours qui n'ont donné que $10^{mm}$ d'eau. C'est un fait sans précédents pour le climat océanien de Bordeaux.

» Le Tableau montre, en outre, que sur ces 122 printemps, on n'en a que 9 aussi secs que ceux de 1844 et 1870, qui sont réputés comme exceptionnellement secs et pour lesquels la quantité de pluie tombée est inférieure à la moitié de la moyenne.

» En ce qui concerne la sécheresse de l'été, l'année 1893 n'arrive qu'au treizième rang avec une quantité d'eau un peu supérieure à la moitié de la normale.

» Pour l'ensemble des deux saisons (mars-août), les années dans lesquelles la quantité d'eau rassemblée dans le pluviomètre est inférieure à la moitié de la quantité moyenne sont en nombre très restreint; dans toute la période considérée, il n'y en a que quatre, et, dans la liste précédente, 1893 occupe le second rang.

» Une période de six mois aussi dépourvue de pluie que celle que nous venons de subir est donc absolument exceptionnelle dans le climat de Bordeaux; il y a rarement coïncidence entre un printemps très sec et un été très sec. Parmi les années pour lesquelles nous avons des documents, il n'y a que 1716, 1741, 1767, 1870 et 1893 où ce rapprochement se soit produit. Sur 122 ans le phénomène ne s'est produit que cinq fois. Le plus souvent les deux saisons ont un caractère différent, et la moyenne pluviométrique des six mois a une tendance marquée à se rétablir.

» Dans la période de mars à août 1893, il aurait dû tomber à l'observatoire $347^{mm},4$ de pluie; le pluviomètre n'en a recueilli que $153^{mm},8$. Le sol a donc manqué d'une couche d'eau de $193^{mm},6$ d'épaisseur.

» Le printemps et l'été de 1893 présentent également un caractère très exceptionnel par l'excès de leur température sur la moyenne normale. Ceci résulte du Tableau suivant :

| | Mois. | Température moyenne 1880-1892. | Température en 1893. | Excès de 1893 sur la moyenne. |
|---|---|---|---|---|
| 1893. | Mars.... | 9°,0 | 11°,7 | + 2°,7 |
| | Avril.... | 11,4 | 16,5 | + 5,1 |
| | Mai..... | 15,1 | 17,7 | + 2,6 |
| | Juin..... | 18,4 | 20,5 | + 2,1 |
| | Juillet... | 20,4 | 20,9 | + 0,5 |
| | Août.... | 20,5 | 23,5 | + 3,0 |

» L'étude des registres météorologiques de l'observatoire de Bordeaux et l'examen des cartes journalières du Bureau Central météorologique prouvent que cet excès de chaleur a coïncidé avec une prédominance anormale des vents de la région est.

» Les conditions météorologiques que je viens de signaler ont amené, dès les premiers jours de mars, un desséchement rapide et profond du sol et des sous-bois dans les forêts des Landes. Les circonstances se sont donc trouvées particulièrement favorables au commencement des incendies (imprudence ou malveillance), et ceux-ci ont pu ensuite se développer avec une rapidité singulière, de manière à défier par leur intensité même les efforts des travailleurs qui cherchaient à les arrêter dans leur marche.

» Peut-être y a-t-il aussi lieu de remarquer que les vents d'est qui ont été prédominants pendant la période considérée soufflent d'une manière continue sans variation bien sensible de leur force ou de leur direction. Avec les vents de cette région, les accalmies ou les sautes de vent ne sont pas fréquentes et la population n'a que rarement trouvé dans le changement de direction de la brise un secours efficace pour l'emploi des contre-feux. C'est d'ailleurs un préjugé landais que les incendies viennent toujours de l'est.

» L'importance des incendies de 1893 impose d'ailleurs aux pouvoirs publics des mesures propres à empêcher le retour de pareils désastres. Il semble qu'on pourrait en diminuer la grandeur en encourageant la création de taillis de bois de chêne partout où la couche de sable est un peu profonde et où plusieurs générations de pins ont rompu la continuité de la couche imperméable d'alios. Le chêne se propage peu à peu dans les Landes et dans certaines régions il commence à devenir fréquent.

» Avec une essence non résineuse l'incendie ne se propagerait plus, comme aujourd'hui, par le jet de pommes de pin enflammées, et il semble que des garde-feux, convenablement entretenus, auraient une efficacité réelle contre une combustion sans grandes flammes s'effectuant au ras du sol. Actuellement les garde-feux sont presque toujours inefficaces dès qu'il y a un peu de vent. »

## CORRESPONDANCE.

M. **Riggenbach**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. A.-F. **Noguès** et M. A. **Obrecht**, de Santiago (Chili), se mettent à la disposition de l'Académie pour collaborer, avec M. Defforges, sur les côtes du Pacifique et dans les Terres australes de l'Amérique, au travail d'ensemble dont M. Tisserand a signalé l'importance dans son Rapport sur le Mémoire de M. *Defforges*, relatif à la distribution de l'intensité de la pesanteur à la surface du globe.

Cette proposition sera soumise à la Commission qui a été chargée d'examiner le Mémoire de M. Defforges.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *de Lapparent*, ayant pour titre : « Sur les causes de l'ancienne extension des glaciers ». (Présentée par M. Daubrée.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du deuxième et du troisième trimestre de l'année* 1893. Note de M. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant les deuxième et troisième trimestres de 1893 :

| 1893. | Nombre des jours d'observations. | Fréquence relative des taches. | Fréquence relative des jours sans taches. | Grandeur relative des taches. | Grandeur relative des facules. | Nombre des groupes par jour. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril..... | 28 | 29,11 | 0,00 | 110,5 | 99,6 | 7,3 |
| Mai...... | 25 | 23,16 | 0,00 | 95,2 | 89,8 | 7,0 |
| Juin...... | 27 | 28,74 | 0,00 | 101,3 | 63,9 | 6,9 |
| Juillet.... | 30 | 26,30 | 0,00 | 138,1 | 94,2 | 7,3 |
| Août..... | 31 | 44,84 | 0,00 | 227,5 | 111,0 | 10,2 |
| Sept...... | 30 | 30,77 | 0,00 | 141,1 | 134,0 | 6,7 |

» En comparant ces résultats à la série précédente on voit que, pendant le deuxième semestre, l'activité solaire, en ce qui concerne les taches, présente un accroissement. La fréquence des groupes de taches s'est conservée presque constante, et l'on a observé assez fréquemment, comme dans le trimestre précédent, des taches voilées et des facules pâles. Dans le troisième trimestre, la fréquence diurne des véritables taches est quelque peu inférieure, mais à cause de l'augmentation des groupes, d'un plus grand nombre de trous et de l'extension considérable des taches, on doit

admettre que l'activité solaire a été bien plus grande que dans les mois précédents de l'année, avec un maximum bien marqué dans le mois d'août; les facules aussi présentent une plus grande extension.

» Voici le résumé des observations des protubérances :

| 1893. | Nombre des jours d'observations. | Protubérances. | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nombre moyen. | Hauteur moyenne. | Extension moyenne. |
| Avril | 26 | 11,58 | 39",3 | 1°,8 |
| Mai | 21 | 6,52 | 40,1 | 1,9 |
| Juin | 26 | 5,81 | 38,8 | 1,9 |
| Juillet | 26 | 6,23 | 37,4 | 1,7 |
| Août | 29 | 8,73 | 36,3 | 1,8 |
| Septembre | 26 | 6,77 | 36,5 | 1,7 |

» Le phénomène des protubérances a conservé pendant le deuxième trimestre à peu près la même intensité que dans les premiers mois de l'année, et l'on doit noter le maximum secondaire du mois d'avril. Pendant le troisième trimestre, les protubérances ont continué à diminuer d'importance, tandis que pour les taches nous avons déjà remarqué une augmentation considérable; nous avons là une nouvelle preuve que la relation entre les deux phénomènes n'est pas aussi intime qu'on l'a supposé quelquefois. A ce sujet, nous pouvons encore remarquer que les aurores polaires et les grandes perturbations magnétiques ont été très peu fréquentes dans cette période; cela semble confirmer mon ancienne opinion, que ces phénomènes terrestres sont plus en rapport avec les phénomènes de la chromosphère et de l'atmosphère du Soleil qu'avec les taches. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces dont les lignes de courbure d'un système sont planes et égales*. Note de M. **Th. Caronnet**, présentée par M. G. Darboux.

« Les surfaces de Monge engendrées, comme on sait, par une ligne plane (C), dont le plan qui lui est invariablement lié roule sans glisser sur une développable quelconque, jouissent de la propriété suivante : les lignes de courbure d'un système sont planes et égales, ce sont les courbes (C). La génération cinématique de ces surfaces paraît bien particulière; effectivement, la courbe (C) est quelconque, mais son déplacement instan-

tané n'est, à chaque instant, qu'une simple rotation, et la question suivante se pose naturellement:

» Quelles sont les courbes (C) qui, par des déplacements convenables, sont susceptibles de constituer l'une des familles de lignes de courbure des surfaces qu'elles engendrent?

» Nous nous proposons, dans cette Note, d'énoncer les résultats que nous avons obtenus dans l'étude de ce problème.

» Après avoir exclu, dès le début de notre recherche, les surfaces de Monge, dont nous venons de parler, et qui sont caractérisées par ce fait que le plan de la génératrice (C) coupe orthogonalement la surface dans toutes ses positions, nous obtenons les résultats suivants :

» 1. La courbe (C) est une trajectoire (T) sous un angle constant, d'ailleurs quelconque, de cercles de rayon constant dont les centres décrivent une droite (D).

» 1° Le plan (P) de la trajectoire (T), qui coupe la surface sous un angle variant avec la position de ce plan, enveloppe un cylindre, et les coordonnées rectangulaires de la surface s'obtiennent par quadratures.

» Quand la trajectoire (T) est une tractrice, le plan (P) contient la droite (D), qui alors est fixe.

» 2° Si le plan (P) coupe la surface sous le même angle dans toutes ses positions, cette surface est un hélicoïde, et cet hélicoïde a sa courbure totale constante dans le cas particulier où (T) est une tractrice.

» En d'autres termes, soient une droite (H), un plan (P) parallèle à (H) et (D) la projection de (H) sur (P); considérons les cercles de même rayon $a$ ayant leurs centres sur (D), situés dans le plan (P), et une trajectoire (T) sous un angle constant de ces cercles; imaginons maintenant le plan (P) animé d'un mouvement hélicoïdal d'ailleurs déterminé et d'axe (H), la courbe (T) sera ligne de courbure de l'hélicoïde qu'elle engendrera; quand (T) est une tractrice, le plan (P) contient la droite (H) qui coïncide évidemment avec (D), et l'hélicoïde a sa courbure totale constante.

» 2. La courbe (C) est une développante de cercle; son plan se déplace en restant parallèle à un plan fixe. Les surfaces correspondantes sont des surfaces-moulures dont le noyau est un cylindre de révolution.

» Le plan des lignes de courbure du premier système coupe orthogonalement la surface, tandis que celui des développantes de cercle la coupe sous un angle qui varie avec sa position.

» 3. Les courbes (C) sont définies comme il suit : les distances de tout

point M de (C) à une droite (D) et au point correspondant de sa podaire par rapport à un point (O) non situé sur (D) sont dans un rapport constant.

» La détermination des surfaces correspondantes dépend de l'intégration d'une équation de Riccati.

» La surface est un hélicoïde quand le plan de la courbe (C) la coupe sous un angle indépendant de sa position. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. *Sur les caractères de convergence des séries.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Picard.

« Abel a démontré qu'*il est impossible de trouver une fonction $\varphi(n)$ telle qu'une série $\Sigma u_n$ soit nécessairement convergente si $\varphi(n) u_n$ tend vers o et nécessairement divergente si ce même produit reste constamment supérieur à un nombre fixe.*

» Le point fondamental de sa démonstration peut s'énoncer ainsi :

» I. *Si lentement que diverge une série, on peut toujours multiplier ses termes par les valeurs correspondantes d'une quantité infiniment petite sans troubler la divergence,*

énoncé que du Bois-Raymond a complété par le suivant :

» II. *Si lentement que converge une série, on peut toujours multiplier ses termes par les valeurs correspondantes d'une quantité indéfiniment croissante sans troubler la convergence.*

» On peut remarquer que de cet énoncé résulte immédiatement un théorème qui complète celui d'Abel :

» *Il est impossible de trouver une fonction $\varphi(n)$ telle que la série $\Sigma u_n$ soit nécessairement divergente si $\varphi(n) u_n$ augmente indéfiniment, et nécessairement convergente si $\varphi(n) u_n$ reste fini.*

» Enfin les énoncés précédents conduisent encore au suivant, en quelque sorte inverse des premiers :

» III. *A toute fonction $\varphi(n)$ indéfiniment croissante, on peut faire correspondre une série convergente $\Sigma u_n$ telle que la série $\Sigma u_n \varphi(n)$ soit divergente,*

lequel est implicitement contenu dans les résultats de M. Pringsheim.

» Il était, dès lors, naturel de former successivement une infinité de séries déduites les unes des autres d'après les énoncés I et II, et de juger

de la convergence d'une série donnée quelconque en la comparant à toutes les séries formées. C'est dans cet ordre d'idées que rentre le criterium dit *logarithmique* de MM. Bertrand et Bonnet. Mais les recherches de MM. du Bois-Reymond et Pringsheim ont établi que ce criterium lui-même ne pouvait suffire dans tous les cas.

» Cette insuffisance n'est point particulière au criterium logarithmique. On peut démontrer, en effet, qu'*il est impossible de former une suite infinie de fonctions $\varphi_p(n)$ de plus en plus lentement croissantes, de manière qu'une série $\Sigma u_n$ soit nécessairement divergente si le produit $u_n \varphi_p(n)$ augmente indéfiniment avec $n$, quel que soit $p$, et nécessairement convergente, si à partir d'une certaine valeur de $p$, ce produit reste fini.*

» En d'autres termes, *étant données des séries* $S_1, S_2, \ldots, S_p, \ldots$ *en nombre infini,* on peut prouver, moyennant une restriction imposée par la nature même de la question, qu'*il existe toujours une série plus lentement convergente que chacune de celles-là, et cela de manière que le rapport des termes correspondants augmente indéfiniment.*

» De même, *il est impossible de trouver une suite infinie de fonctions $\varphi_p(n)$ telles que la série $\Sigma u_n$ soit nécessairement convergente si le produit $u_n \varphi(n)$ tend vers* o *pour $n = \infty$, quel que soit $p$, et nécessairement divergente si, à partir d'une certaine valeur de $p$, ce produit reste supérieur à un nombre indépendant de $n$.*

» Autrement dit, *étant données des séries divergentes* $S'_1, S'_2, \ldots, S'_p$, *en nombre infini,* on peut prouver (moyennant la restriction dont j'ai parlé) qu'*il existe une série divergeant plus lentement que chacune des premières, et cela de manière que le rapport des termes correspondants tende vers zéro.*

» Enfin, l'énoncé III peut aussi être généralisé de la façon suivante :

» *Étant donnée une suite infinie de fonctions $\varphi_1(n), \varphi_2(n), \ldots, \varphi_p(n), \ldots$, toutes infinies avec $n$, on peut former une série convergente $\Sigma u_n$ telle que les séries $\Sigma u_n \varphi_p(n)$ soient toutes divergentes, et aussi une série divergente $\Sigma v_n$ telle que toutes les séries $\sum \frac{v_n}{\varphi_p(n)}$ soient convergentes.* »

OPTIQUE. — *Spectre calorifique de la fluorine.* Note de M. E. **Carvallo**, présentée par M. Lippmann.

« Le 7 août, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie un Tableau ayant pour objet de comparer les mesures d'indices de MM. Rubens et

Snow avec mes déterminations personnelles et avec la formule que j'ai calculée au moyen de mes déterminations ([1]). La concordance était très bonne dans la région embrassée par mes expériences; mais les nombres de MM. Rubens et Snow allaient jusqu'à la longueur d'onde $\lambda = 8\mu$, tandis que les miennes s'arrêtaient à $\lambda = 1^\mu,85$. Les écarts entre ma formule et les nombres des physiciens de Berlin croissent de $\lambda = 1^\mu,85$ jusqu'à $\lambda = 8\mu$. Pour cette longueur d'onde extrême, la différence entre le nombre calculé et l'indice de réfraction observé monte à 0,0261.

» Plus confiant dans les expériences que dans une formule, j'ai cru, dans ma Note citée, devoir imputer les écarts à l'extrapolation, qui était énorme.

» Or, c'était une erreur que M. Rubens lui-même a rectifiée. Il me communique en effet de nouvelles mesures exécutées, non plus par sa méthode des bandes d'interférence, mais par la méthode de Langley qui lui paraît plus précise pour les grandes longueurs d'onde.

» Voici le Tableau de comparaison de ma formule avec les nouvelles déterminations de M. Rubens et avec les miennes :

$$\frac{1}{n^2} = a + bl^{-2} + cl^2 + dl^{-4}, \qquad l = \frac{\lambda}{n},$$

$$a = 0{,}490\,335, \qquad b = -\,0{,}000\,713\,835,$$

$$c = +\,0{,}001\,584, \qquad d = -\,0{,}000\,001\,042.$$

| λ. | *n.* Carvallo. | Calcul. | Rubens. | *n* observé — *n* calculé. |
|---|---|---|---|---|
| 0,777...... | 1,43096 | 1,43095 | 1,4310 | +0,00001 |
| 1,009...... | 1,42904 | 1,42903 | 1,4290 | + 1 |
| 1,187...... | 1,42804 | 1,42800 | 1,4280 | + 4 |
| 1,444...... | 1,42676 | 1,42674 | 1,4268 | + 2 |
| 1,849...... | 1,42460 | 1,42488 | 1,4247 | — 28 |
| 1,98....... | | 1,4242 | 1,4241 | —0,0001 |
| 2,30....... | | 1,4225 | 1,4224 | — 1 |
| 2,48....... | | 1,4214 | 1,4212 | — 2 |
| 2,66....... | | 1,4203 | 1,4200 | — 3 |
| 2,93....... | | 1,4185 | 1,4182 | — 3 |
| 3,22....... | | 1,4165 | 1,4166 | + 1 |
| 3,56....... | | 1,4137 | 1,4135 | — 2 |
| 3,70....... | | 1,4127 | 1,4126 | — 1 |

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1189; 23 mai 1893.

| λ. | n. Calcul. | n. Rubens. | n observé — n calculé. |
|---|---|---|---|
| 3,92 | 1,4107 | 1,4107 | 0,0000 |
| 4,10 | 1,4091 | 1,4093 | + 2 |
| 4,28 | 1,4073 | 1,4069 | — 4 |
| 4,52 | 1,4047 | 1,4045 | — 2 |
| 4,71 | 1,4028 | 1,4027 | — 1 |
| 4,94 | 1,4003 | 1,4000 | — 3 |
| 5,18 | 1,3975 | 1,3970 | — 5 |
| 5,52 | 1,3932 | 1,3931 | — 1 |
| 5,70 | 1,3909 | 1,3918 | + 9 |
| 6,02 | 1,3865 | 1,3860 | — 5 |
| 6,48 | 1,3798 | 1,3798 | 0 |

» Ainsi la formule que j'ai calculée représente bien les nouvelles observations de M. H. Rubens, malgré l'extrapolation énorme.

» Cette concordance confirme d'une façon éclatante l'aptitude déjà établie de la formule de Briot à représenter la dispersion et la nécessité du terme de Briot $cl^2$. Elle montre ensuite la précision supérieure de la méthode différentielle que j'ai substituée à la méthode de Mouton ([1]). Quoique peu nombreuses et peu étendues, mes déterminations fixent en effet la loi de la dispersion bien mieux que ne faisait la première série si étendue de M. H. Rubens. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne de la pression au sommet du mont Blanc.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« J'ai indiqué précédemment quelques-uns des résultats que l'on déduit des observations faites par M. Vallot au sommet du mont Blanc pendant vingt-huit jours, du 18 juillet au 14 août 1887. Je considérerai, dans ce qui suit, la variation diurne de la pression.

» Cette variation diurne peut être représentée en fonction du temps (compté en angles depuis minuit), pour le mont Blanc et cinq stations voisines, par les séries harmoniques suivantes, dans lesquelles nous ne considérerons que les deux premiers termes :

---

([1]) *Journal de Physique*, 3e série, t. II; janvier 1893.

| | |
|---|---|
| Mont Blanc ($4810^m$) | $\overset{mm}{426{,}62} + \overset{mm}{0{,}43} \sin(t + \overset{o}{204}) + \overset{mm}{0{,}15} \sin(2t + \overset{o}{68})$ |
| Säntis ($2467^m$) | $570{,}63 + 0{,}21 \sin(t + 179) + 0{,}20 \sin(2t + 116)$ |
| Puy-de-Dôme ($1467^m$) | $643{,}35 + 0{,}21 \sin(t + 199) + 0{,}23 \sin(2t + 133)$ |
| Berne ($573^m$) | $714{,}82 + 0{,}36 \sin(t + 31) + 0{,}29 \sin(2t + 152)$ |
| Genève ($408^m$) | $727{,}93 + 0{,}53 \sin(t + 9) + 0{,}34 \sin(2t + 145)$ |
| Lyon (Saint-Genis) ($299^m$) | $736{,}96 + 0{,}38 \sin(t + 12) + 0{,}30 \sin(2t + 129)$ |

» L'amplitude de l'onde semi-diurne décroît avec la hauteur, et un peu plus vite que la pression. La phase de cette onde diminue, c'est-à-dire que l'heure du maximum retarde à mesure que l'on s'élève; cette heure est, en effet, $10^h,3$ pour les trois stations basses, $10^h,5$ pour le Puy-de-Dôme, $11^h,1$ pour le Säntis et $12^h,7$ pour le mont Blanc. Comme je l'ai indiqué dans un travail précédent, il paraît probable que cette onde semi-diurne résulte, en réalité, de l'interférence de deux ondes semi-diurnes distinctes : l'une, de phase constante et dont l'amplitude, proportionnelle à la pression, serait indépendante des conditions locales; l'autre, dont l'amplitude et la phase varieraient suivant ces conditions locales, et qui serait en relation immédiate avec l'échauffement diurne.

» L'onde diurne est aussi, dans les stations basses, en relation immédiate avec la température : son amplitude varie dans le même sens que celle de la variation diurne de la température; l'heure de son maximum ($5^h$ en moyenne pour les trois stations basses) est très voisine de celle du minimum du thermomètre.

» Cette onde diurne, grande dans les stations basses, décroît très vite quand on s'élève sur les montagnes, car elle dépend à la fois de la pression et de l'amplitude de la température, qui diminuent simultanément. Mais il vient s'y ajouter alors une deuxième onde, produite par la variation de la température moyenne de la couche d'air comprise entre le sommet de la montagne et les régions basses environnantes. La phase de cette deuxième onde diurne est opposée à celle de la première, et son amplitude augmente avec la hauteur. L'amplitude de l'onde diurne résultante diminuera donc d'abord à mesure que l'on s'élève, passera par un minimum, puis augmentera; en même temps, la phase variera brusquement de 180°; c'est ce que l'on remarque en effet dans les nombres donnés plus haut.

» Cette deuxième onde, fonction de la distance au sol, est facile à calculer. Si l'on isole dans l'atmosphère un cylindre vertical indéfini rempli d'air, dont la température absolue moyenne est T, à une certaine distance $z$ du sol, dans ce cylindre la pression est $h$; la température moyenne

venant à varier de $\Delta T$, l'air se dilate et la pression varie en $z$ d'une quantité $\Delta h$, dont la valeur est

$$\Delta h = \frac{0,001293}{13,596 \times 0,76 \times 0,00367} \times \frac{z h \Delta T}{T^2}.$$

» Dans le cas particulier du mont Blanc comparé avec les trois stations basses, on a

$$z = 4384^{m}, \qquad h = 426^{m},62, \qquad T = 273 + 6^{o}98,$$

ce qui donne

$$\Delta h = 0,82 \Delta T.$$

» Les observations tri-horaires faites au mont Blanc et à Berne, Genève et Lyon donnent, pour variation diurne de la température moyenne de la couche d'air comprise entre ces stations,

$$\Delta T = 3^{o},11 \sin(t + 230^{o}) + 0^{o},32 \sin(2t + 69^{o}).$$

» La variation de pression produite au sommet du mont Blanc par cette variation diurne de température serait donc théoriquement

$$2^{mm},55 \sin(t + 230^{o}) + 0^{mm},26 \sin(2t + 69^{o}).$$

» La variation calculée est tout à fait analogue à celle qui résulte de l'observation directe et qui est indiquée en tête de cette Note, mais beaucoup plus grande. Les observations faites sur les montagnes et discutées par M. Hann ont toujours conduit à une conclusion analogue : la variation réelle de la pression est de même forme que celle que l'on peut calculer par la variation de la température, mais beaucoup plus petite.

» M. Hann pense que cette différence tient à ce que la température moyenne de la couche d'air considérée n'est pas égale à la moyenne arithmétique des températures aux deux niveaux extrêmes; il a même calculé, dans certains cas, d'après cette différence, quelle devrait être la température moyenne de l'air. Les observations de M. Vallot au mont Blanc ne semblent pas d'accord avec cette hypothèse.

» Une autre explication du désaccord entre le calcul et l'observation paraît plus simple. On a, pour le calcul, supposé l'air contenu dans un cylindre vertical, de façon qu'il n'y ait aucun mouvement latéral. Or, à mesure que l'air se dilate dans une région, il est probable qu'une partie se déverse latéralement sur les régions moins chaudes, de sorte qu'il ne monte

pas à un niveau donné la totalité de la quantité d'air calculée ; l'effet produit réellement ne serait ainsi qu'une fraction de l'effet calculé.

» Ces remarques montrent en tous cas le grand intérêt qui s'attache aux observations faites d'une manière régulière dans les hautes régions de l'atmosphère. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la transformation produite dans le fer par une déformation permanente à froid.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« M. Osmond a été conduit, à la suite de ses études sur les transformations du fer, à admettre que ce métal pouvait exister sous deux variétés allotropiques qu'il appelle fer-$\alpha$ et fer-$\beta$. Le fer-$\beta$ aurait des propriétés mécaniques très différentes de celles du fer-$\alpha$, et, d'après M. Osmond, c'est à la transformation du fer-$\alpha$ en fer-$\beta$ qu'il faudrait attribuer en majeure partie la modification que subit l'acier par la trempe.

» La transformation du fer-$\alpha$ en fer-$\beta$ pourrait d'ailleurs se produire soit par une élévation de température suffisante (et se trouver maintenue par un refroidissement brusque), soit par une déformation permanente à froid. Cette hypothèse n'a été justifiée jusqu'ici que d'une façon incomplète. La preuve considérée par M. Osmond comme la plus décisive consiste en ce que les chaleurs de dissolution dans le chlorure de cuivre, de l'acier soit écroui, soit recuit, présentent une différence notable. Mais cette expérience n'est pas inattaquable, car l'acier recuit a été chauffé au rouge dans l'hydrogène, sous forme de limaille, ce qui a très probablement agi sur le carbone.

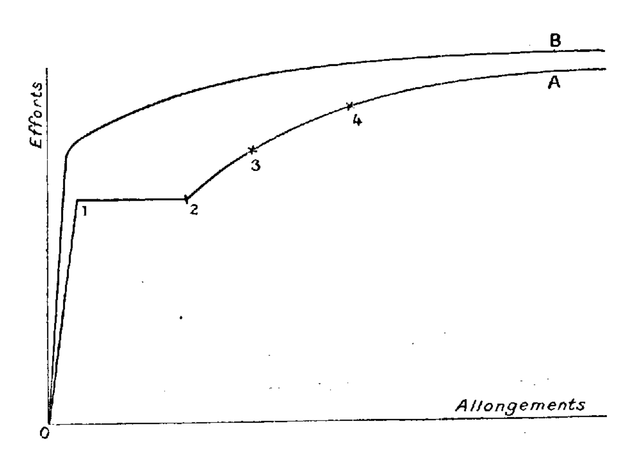
» D'autre part, le fait que les propriétés physiques et mécaniques de l'acier sont modifiées par écrouissage ne suffit pas à caractériser une modification allotropique.

» Le fait qui tendrait le plus à confirmer l'idée de la transformation allotropique est le suivant : *Si l'on soumet une barre de fer ou d'acier à l'essai de traction et qu'on construise la courbe qui représente les allongements en fonction des efforts, on constate que la courbe présente toujours l'une des deux formes indiquées dans la figure ci-contre.*

» La forme A présentant un palier rectiligne s'observe toujours dans les fers et aciers recuits et seulement dans ces métaux ([1]); la forme B

([1]) L'énoncé de ce résultat est le résumé des observations faites sur plus de 300 bar-

s'observe dans les fers et aciers écrouis ou trempés et dans les métaux autres que l'acier. La courbe A est tout à fait analogue à celle que l'on obtient en comprimant de l'iodure de mercure, qui passe de la modification jaune à la modification rouge à une certaine pression, comme l'ont montré




MM. Mallard et Le Chatelier. On est donc conduit à admettre que l'allongement notable qui se produit sous charge constante correspond à un changement d'état du métal; si cela est, il doit se produire, en même temps que cet allongement, une variation brusque des différentes propriétés du métal, c'est-à-dire que les courbes qui représentent la variation des différentes propriétés en fonction des charges auxquelles le métal a été soumis, doivent toutes présenter un palier.

» J'ai étudié à ce point de vue la densité et l'aimantation résiduelle de barreaux d'acier de différentes nuances. Les variations de densité sont très faibles et ne présentent aucune régularité, ce qui était à prévoir, la traction donnant naissance à des solutions de continuité; mais le magnétisme a donné des résultats très nets.

» On a soumis à l'essai de traction des barreaux d'acier en arrêtant l'essai aux points marqués 1, 2, 3, 4 sur le diagramme. On aimantait ensuite ces barreaux et l'on mesurait l'aimantation résiduelle après un intervalle de vingt-quatre heures au moyen du galvanomètre balistique. Voici les résultats obtenus :

---

reaux d'acier de différentes nuances, différemment trempés, recuits ou écrouis. Ces barreaux ont été essayés à la traction avec la machine du colonel Maillard, munie d'un enregistreur automatique.

SÉRIE I : *fer doux.*

| Nos du barreau. | Efforts subis (1). | Allongement permanent (2). | Aimantation résiduelle (3). | Aimantation résiduelle après recuit (4). |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 25,20 | 0,0 | 2,5 | 1,0 |
| 2 | 25,20 | 1,6 | 4,8 | 1,5 |
| 3 | 31,10 | 4,3 | 6,5 | 1,2 |
| 4 | 33,6 | 6,0 | 6,5 | 1,5 |

SÉRIE II : *acier extra-doux,* 0,12 de carbone pour 100.

| Nos du barreau. | Efforts subis. | Allongem. perman. | Aimantation résiduelle. | Aimantation résiduelle après recuit. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 34,2 | 0,2 | 4 | 3,5 |
| 2 | 34,3 | 2,7 | 11 | 3,5 |
| 3 | 35,5 | 4,7 | 13,5 | 3,5 |
| 4 | 41,1 | 6,8 | 14,5 | 3,5 |

SÉRIE III : *acier mi-dur,* 0,5 de carbone pour 100.

| Nos du barreau. | Efforts subis. | Allongem. perman. | Aimantation résiduelle. | Aimantation résiduelle après recuit. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 35,5 | 0 | 8 | 3,5 |
| 2 | 38,5 | 1,3 | 14,5 | 4 |
| 3 | 41,0 | 2,9 | 17,0 | 4 |
| 4 | 52,5 | 4,6 | 17,0 | 3,5 |

» On voit que l'aimantation varie notablement dans la partie rectiligne de la courbe et reste invariable quand on a dépassé la région où la charge reste constante.

» Il semble donc bien qu'une déformation permanente à froid produise dans le fer et l'acier de différentes nuances une modification que l'on

(1) En kilogrammes par millimètre carré.

(2) En millimètres, sur une longueur de $10^{cm}$.

(3) Unités arbitraires (divisions de l'échelle du galvanomètre).

(4) La dernière colonne indique les résultats obtenus par le magnétisme sur les mêmes barreaux recuits à 800° et réaimantés; ces dernières expériences, ayant été faites sur des morceaux prélevés dans le barreau, ne sont pas comparables aux premières en valeur absolue. On s'est assuré d'ailleurs que le métal soumis à l'essai de traction après recuit donnait encore une courbe à palier. On a pu ainsi, par une série d'étirages et de recuits successifs, faire apparaître et disparaître le palier jusqu'à cinq fois sur le même barreau.

peut regarder, au moins provisoirement, comme une transformation allotropique du fer. Cette transformation peut être mise en évidence au moyen de l'essai de traction avec enregistrement. Suivant que la courbe présente ou non un palier, on aura l'une ou l'autre des variétés de fer. On a ainsi un moyen simple d'étudier cette transformation du fer, son influence sur les propriétés mécaniques et son rôle dans le phénomène de la trempe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les vitesses d'éthérification de l'acide fluorhydrique.* Note de M. **Maurice Meslans**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les conditions de l'éthérification directe ont été établies par MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles, dont les belles recherches ont surtout porté sur les acides organiques. Après les travaux de M. Berthelot, M. Villiers s'est plus spécialement attaché au cas des acides minéraux.

» L'éthérification de l'acide fluorhydrique fut laissée de côté, les expériences de Scheele et d'un grand nombre de savants après lui n'ayant pas conduit à la formation directe des éthers fluorhydriques.

» Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter précédemment à l'Académie, j'ai démontré que cette éthérification directe pouvait être réalisée, mais seulement à une température beaucoup plus élevée que celle de l'ébullition de l'alcool, et j'ai décrit l'appareil spécial auquel j'avais dû recourir pour l'effectuer.

» Certaines divergences, bien connues, que présentent dans leurs propriétés l'acide fluorhydrique et les hydracides d'une part, d'autre part les fluorures et les chlorures, bromures, iodures, m'ont engagé à pousser plus loin ces recherches sur l'éthérification de l'acide fluorhydrique, pensant qu'elles pourraient donner lieu à des observations assez différentes aussi de celles que fournit l'action des alcools sur les hydracides. Ce sont les premiers résultats de ces recherches que j'ai résumés dans cette Note : ils ont trait seulement aux vitesses d'éthérification.

» Je ne m'arrêterai pas sur les modifications qu'a dû subir mon premier appareil pour une étude plus précise, et je n'insisterai pas davantage sur les précautions opératoires que nécessitent la pesée, la manipulation et l'analyse d'un corps aussi hygroscopique et volatil que l'acide fluorhydrique; ces détails seront décrits dans un Mémoire plus étendu.

» Je donnerai seulement quelques résultats et les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» Voici d'abord quelques chiffres qui montrent la marche de l'éthérification de l'acide fluorhydrique en fonction du temps, et l'influence de la température sur la vitesse du phénomène :

N° 1. — *Influence de la durée.*

| Composition du mélange. | Durée. | Température. | Coefficient d'éthérification. | Proportions de HFl éthérifiées en une demi-heure. |
|---|---|---|---|---|
| $C^2H^6O + 2HFl$...... | 0$^h$,30' | 186° | 7,3 | 7,3 |
| » ...... | 1 | 188 | 18 | 10,7 |
| » ...... | 2 | 186 | 29 | 3,5 |
| » ...... | 4 | 190 | 36,2 | 1,05 |
| » ...... | 8 | 187 | 40,4 | 0,4 |
| » ...... | 10 | 186 | 41,2 | 0,2 |

N° 2. — *Influence de la température.*

| Composition initiale du mélange. | Température. | Durée en heures. | Coefficient d'éthérification. |
|---|---|---|---|
| $C^2H^6O + 2HFl$......... | 100° | 6$^h$ | 0 ou traces |
| » ......... | 140 | 4 | 1,8 |
| » ......... | 170 | 4 | 18 |
| » ......... | 190 | 4 | 36,2 |

» L'éthérification, assez rapide au début (Tableau n° 1), diminue rapidement et, après dix heures, le coefficient n'augmente plus que fort peu.

» La température (Tableau n° 2) exerce une influence considérable sur la vitesse de l'éthérification : De 140° à 170°, c'est-à-dire pour une élévation de température de 30°, cette vitesse se décuple ; à 190°, elle est vingt fois plus grande qu'à 140°.

N° 3. — *Influence d'un excès d'alcool ou d'acide.*

Composition du mélange : $C^2H^6O + nHFl$.

| | Température. | Durée. | Coefficient d'éthérification. |
|---|---|---|---|
| $n = 0,5$ | 185° | 2$^h$ | 0 |
| $n = 2$ | 185 | 1 | 18 |
| $n = 4$ | 185 | 1 | 42,3 |
| $n = 1,05$ | 225 | 1,30 | 1,5 |
| $n = 4$ | 220 | 1 | 60 |

» La différence avec l'éthérification des autres hydracides s'accentue

davantage, alors qu'un excès d'alcool permet d'éthérifier plus des 99 centièmes de l'acide chlorhydrique; on ne constate, dans ce cas, aucune trace d'éthérification avec l'acide fluorhydrique. Il ne s'est formé que de l'éther ordinaire. Par contre, un excès d'acide favorise beaucoup la marche de l'éthérification, dont la vitesse est soixante fois plus grande pour un mélange de 4 molécules d'acide et de 1 molécule d'alcool, que pour des quantités presque équivalentes de ces deux liquides.

» Les phénomènes thermiques que j'ai pu constater en effectuant des mélanges d'acide fluorhydrique et d'alcool anhydres, en proportions variées, et sur lesquels je reviendrai dans l'étude des limites d'éthérification, me paraissent démontrer l'existence d'alcoolates stables d'acide fluorhydrique et expliquer par là les faits que je viens de signaler.

» Dans le cas, en effet, d'un excès d'alcool, une portion seulement de ce corps se trouve immobilisée avec tout l'acide à l'état d'alcoolate et l'excès agit librement sur l'éther fluorhydrique, au moment de sa formation, pour le transformer en oxyde d'éthyle avec régénération d'acide fluorhydrique

$$C^2H^6O + C^2H^5Fl = (C^2H^5)^2O + HFl.$$

» En présence, au contraire, d'un excès suffisant d'acide, tout l'alcool est retenu à l'état de combinaison stable et ne peut réagir sur le fluorure d'éthyle.

» J'ai constaté d'ailleurs qu'en présence de 4 molécules d'acide, 1 molécule d'alcool s'éthérifiait sans qu'il se formât d'éther ordinaire, et qu'au contraire la quantité d'oxyde d'éthyle allait en augmentant à mesure que l'excès d'acide diminuait. Le coefficient d'éthérification, comme l'indique le Tableau N° 3, suit une marche inverse et tend vers o quand l'excès d'acide devient nul lui-même.

» Pour les valeurs de cet excès d'acide comprises entre 3 molécules et o, la vitesse d'éthérification apparente représente donc la différence entre la vitesse d'éthérification réelle et la vitesse de réaction de l'alcool sur l'éther fluorhydrique formé.

*Action de l'eau.*

Composition des mélanges : $C^2H^6O + 4(HFl + nH^2O)$.

| Valeurs de $n$. | Température. | Durée. | Coefficient d'éthérification. |
|---|---|---|---|
| $n=0$ | 220° | 1 | 60 |
| $n=2$ | 220 | 4 | 18 |
| $n=3$ | 220 | 3 | 5 |
| $n=10$ | 220 | 10 | o ou traces |

» La vitesse d'éthérification diminue rapidement quand la proportion d'eau augmente ; néanmoins le phénomène se manifeste encore avec l'acide fluorhydrique à deux molécules d'eau, mais à 220°, température à laquelle cet hydrate doit se trouver fortement dissocié.

» Dans une prochaine Communication je présenterai l'étude des limites d'éthérification de l'acide fluorhydrique (1). »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Analyse des beurres du commerce.* Note de M. C. VIOLLETTE, présentée par M. Duclaux.

« La méthode que j'emploie comprend deux séries d'opérations; dans la première, les beurres sont classés d'après leurs densités prises à 100°, en trois catégories, les beurres margarinés, les beurres douteux et les beurres purs ou pouvant être considérés comme tels.

» *Classification des beurres.* — En opérant par la méthode du flacon sur des beurres purs, des margarines et des mélanges, en tenant compte de toutes les corrections nécessaires, j'ai reconnu : 1° que le poids dans le vide de $1^{cc}$ de beurre à 100° variait généralement de $0^{gr},86320$ à $0^{gr},86425$; 2° que, pour les margarines, ce même poids varie de $0^{gr},85766$ à $0^{gr},85865$; 3° que la densité d'un mélange de beurre et de margarine est exactement la moyenne des densités des constituants; 4° que les animaux dont le foin est la nourriture principale fournissent des beurres dont les densités sont voisines de 0,86320, tandis que les animaux dont les rations sont formées principalement de drèches, pulpes, tourteaux, farines avec quantité minime de foin, produisent des beurres dont les densités sont plus élevées et voisines de 0,86425; 5° que, sur plus de cent cinquante échantillons examinés, je n'en ai trouvé que deux, provenant d'animaux du Nord, fortement nourris avec des drèches, farines, tourteaux, dont les densités atteignaient 0,86530 et 0,86540; et un seul, provenant d'un animal nourri de paille et de foin sec, dont la densité était de 0,86277. Ces trois exceptions ont peu d'importance si l'on se place au point de vue général.

» La détermination exacte des densités d'un certain nombre d'échantillons de beurre, de margarine et de mélanges m'ont fourni des points de repère pour la graduation d'un densimètre qui donne à 100° toutes les densités comprises entre celles de la margarine et du beurre. Ce densimètre

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

est excessivement sensible, car les unités du quatrième ordre décimal occupent sur l'échelle une longueur de $1^{mm},4$; une simple lecture sur la tige de l'instrument plongé dans un beurre chauffé à 100° permet d'établir la classification du beurre dans l'une des trois catégories indiquées ci-dessus.

» L'appareil qui me permet de chauffer commodément et rapidement le corps gras à 100° se compose d'une chaudière à eau, formée de deux parties cylindriques reliées par une petite courbe; la chambre à vapeur de la chaudière communique avec un serpentin refroidi par un courant d'eau. Sur la plate-forme située au-dessus du premier tronçon, se trouve soudée une éprouvette en cuivre étamé, munie à sa partie inférieure d'un tube à robinet communiquant avec le dehors et permettant de soutirer le corps gras après chaque opération. La chaudière est disposée verticalement sur une enveloppe support et chauffée à l'aide d'une forte lampe à gaz; un quart d'heure suffit pour amener le corps gras à la température de 100°, indiquée par un thermomètre. On agite le beurre fondu à plusieurs reprises en soulevant et abaissant le densimètre, et l'on note le point d'affleurement après quelques instants de repos.

» Cette disposition, nécessitée par mes recherches, qui portaient à la fois sur les beurres, les margarines et leurs mélanges, a l'inconvénient d'exiger une quantité notable de beurre, environ $480^{gr}$ de beurre fondu. Afin de rendre pratique l'application de la méthode, j'ai fractionné le densimètre en une série de flotteurs plus petits, gradués par comparaison avec le type qui a servi à mes recherches; leur volume est de $36^{cc}$ et ils n'exigent que $50^{gr}$ de beurre environ pour l'observation [1]. La chaudière présente les mêmes dispositions que celle décrite ci-dessus; avec cette différence qu'elle est plus petite et porte plusieurs éprouvettes, munies chacune d'un panier mobile à claire-voie permettant d'enlever le flotteur après chaque opération.

» Un seul de ces flotteurs, le n° 1, permet de classer immédiatement les beurres. La tige porte trois traits seulement. Celui du milieu correspond à la densité 0,86266, extrême limite des beurres; l'inférieur, à la densité 0,86320 de beurres purs assez nombreux, et le trait supérieur à la densité 0,86215 qui indique une proportion de 25 pour 100 de margarine environ dans un beurre moyen. Si le point d'affleurement se trouve entre le trait moyen et le trait inférieur, il peut arriver que l'on ait affaire à un beurre pur, mais on a grande chance pour que ce beurre soit margariné; c'est pourquoi je considère ces beurres comme douteux et je les mets en réserve pour un examen plus complet, ayant pour base l'analyse chimique. Si le point d'affleurement a lieu au trait inférieur et au-dessous, il sera bon de

---

(1) La construction et la graduation de ces petits flotteurs présentent de grandes difficultés qui ont été heureusement surmontées par notre habile constructeur M. Chabaud.

faire usage des flotteurs n° 2 et n° 3 dont les traits, correspondant à des densités plus élevées, permettront de se renseigner sur la nature du beurre. Dans le cas où l'affleurement dépasserait le trait supérieur, on aura recours à une autre série de flotteurs comprenant la densité de 0,86266 à 0,857 et indiquant, au moyen de tables spéciales, les proportions approximatives de margarine.

» Cette classification ne saurait être absolue, car un beurre à densité élevée pourrait être amené à la densité d'un beurre limite par addition de margarine; aussi l'expérimentateur devra avoir le soin d'opérer de temps à autre sur des beurres moyens de la région afin d'en connaître la densité normale. Généralement, du reste, cette densité varie peu pour des beurres provenant d'animaux soumis au même régime. Ainsi des beurres provenant d'animaux en pâturage dans le Calvados, les Côtes-du-Nord, le Tarn, les Ardennes, la Loire (mai 1891) avaient des densités comprises entre 0,86415 et 0,86465 : différence 0,0005. Un beurre de la laiterie de Braine-le-Comte (Belgique, novembre 1892) provenant du lait de trente-trois fermes avait pour densité 0,86425. Le beurre d'un seul animal de cette laiterie avait pour densité 0,86385 : différence $0^{gr},0004$.

» L'application de cette méthode, n'exigeant pas de connaissances chimiques spéciales, d'une exécution rapide, permettra à un opérateur, avec le secours d'un aide, de classer facilement cent échantillons dans une journée. Les beurres douteux seront réservés pour un examen chimique dont j'indiquerai prochainement la marche. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'armature buccale et une nouvelle glande digestive des Cirrhipèdes* [1]. Note de M. A. Gruvel, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'appareil buccal des Cirrhipèdes répond exactement au type même de la bouche des Arthropodes.

» D'après les travaux de Darwin, il se composerait : 1° d'un labrum, ou lèvre supérieure unique et médian; 2° d'une paire de mandibules portant à leur base une paire de palpes placés entre ces mandibules et la lèvre supérieure; 3° d'une paire de mâchoires internes; 4° d'une paire de mâchoires externes.

(1) Travail fait au laboratoire de Roscoff.

» M. Nussbaum, qui a repris cette étude, considère l'appareil buccal comme formé : 1° d'une lèvre supérieure ; 2° d'une paire de mandibules avec palpes ; 3° d'une paire de mâchoires ; 4° d'une lèvre inférieure bifide.

» En étudiant l'innervation de ces différentes pièces buccales, nous en sommes arrivé à modifier légèrement cette disposition.

» On trouve, en effet, pour la lèvre inférieure, trois nerfs qui s'y rendent, un médian et impair pour un mamelon basilaire qui est la véritable lèvre inférieure et deux nerfs latéraux, chacun pour un appendice articulé sur cette lèvre, et qui représentent un *palpe labial*.

» Nous n'avons donc pas une *lèvre inférieure bifide*, mais bien une lèvre impaire et médiane portant une paire de *palpes labiaux*.

» L'appareil buccal de tous les Cirrhipèdes, sessiles ou pédonculés, que nous avons étudiés, se rapporte exactement à ce dernier type.

» Il y a bien de nombreuses variations de forme, ou de dispositions spéciales, mais la bouche reste fondamentalement ce que nous avons déjà vu.

» Nous n'entrerons pas dans le détail de l'étude de chacune de ces pièces, mais nous indiquerons simplement une disposition spéciale que l'on trouve dans la lèvre inférieure et qui n'a pas encore été signalée par les auteurs qui se sont occupés de l'histoire des Cirrhipèdes.

» Chez la Balane (*B. Tintinnabulum*), on trouve, à la partie interne de la lèvre supérieure, une pièce chitineuse formée de deux parties symétriques soudées sur la ligne médiane et laissant une échancrure profonde à la partie supérieure.

» Le bord supérieur de cette pièce est épaissi en forme de bourrelet et la partie interne de chacun est excavée au centre.

» Sur le bourrelet on trouve des sortes de petites baguettes fines mais rigides, et terminées d'une façon carrée, comme tranchées au couteau.

» De chaque côté de l'excavation centrale de chacune des moitiés on rencontre de très fortes soies chitineuses, beaucoup plus longues que les précédentes. Elles sont colorées à leur extrémité libre par un pigment jaune brun.

» Enfin, sur la surface médiane inférieure correspondant à l'échancrure supérieure, se montrent des formations spéciales. Ce sont de petits bourrelets portant chacun de six à huit soies rigides.

» La partie centrale de chacune des moitiés de la pièce ne porte absolument aucun ornement.

» Chez le *Lepas anatifera*, on trouve aussi, du côté interne de la lèvre

supérieure, une pièce chitineuse, mais de forme absolument triangulaire, l'un des côtés étant dirigé le long du bord libre de la lèvre et l'angle opposé à ce côté formant la partie médiane inférieure de cette même lèvre.

» Cette pièce porte, le long de son bord supérieur, une série de formations chitineuses ayant chacune tout à fait la forme d'une bouteille renversée à fond arrondi.

» Étant donné que les mandibules et les mâchoires se meuvent par leur extrémité libre tout contre ces pièces de la base inférieure, on comprendra facilement leur utilité dans l'acte de la mastication. Toutes les formations que nous y avons signalées sont comme des sortes de peignes servant à la trituration des aliments.

» M. Nussbaum, dans son travail sur les Cirrhipèdes, désigne sous le nom d'*organe énigmatique* une formation chitineuse que l'on rencontre chez le *Pollicipes cornucopia* entre les deux premières paires de cirrhes (pattes-mâchoires), en arrière de la lèvre inférieure.

» On trouve là, en effet, une sorte de petit mamelon ovalaire qui, regardé attentivement, se montre criblé de nombreux petits orifices, qui sont autant de pores excréteurs.

» Si l'on pratique, en effet, des coupes, de façon à intéresser la surface et aussi la couche de tissu sous-jacent, on s'aperçoit bien vite que l'on a affaire à une série de glandes sécrétrices unicellulaires, dont M. Nussbaum a ignoré absolument la nature, faute de matériaux.

» Chacune de ces glandes est formée d'un tube qui se renfle énormément à sa partie inférieure et porte là un très beau noyau. Jusque vers la moitié de sa hauteur, ce tube est rempli de fines granulations, mais bientôt on ne trouve plus que de gros grains de matière sécrétée qui remplissent toute la partie supérieure du tube et sont rejetés au dehors par les pores dont nous avons déjà parlé.

» Il n'y a pas un pore pour chaque glande; mais, en général, cinq, six et même plus rejettent leurs produits par le même orifice.

» Ce sont là des glandes sécrétrices absolument indéniables et qui doivent vraisemblablement jouer un rôle dans la mastication.

» On trouve aussi ces glandes avec leurs orifices externes sur le bord interne des palpes labiaux et aussi à la base de la première paire de cirrhes et du côté interne.

» Étant donné que ces organes ne se rencontrent que sur les points où la trituration est active (pattes-mâchoires et lèvre inférieure) et aussi de ce fait que l'on trouve toujours les soies qui recouvrent ces parties, comme

engluées par une sécrétion mucilagineuse, nous croyons pouvoir émettre l'idée que ces glandes servent, par leur sécrétion, à agglutiner les matières alimentaires de façon qu'elles ne soient pas emportées par les courants d'eau et de façon aussi à permettre la préparation d'un bol alimentaire facile à déglutir.

» Ce sont, en un mot, de véritables glandes salivaires. Nous les avons constamment retrouvées chez tous les Cirrhipèdes sessiles ou pédonculés que nous avons étudiés, mais c'est seulement chez les *Pollicipes cornucopiæ* qu'on trouve ces formations en arrière de la lèvre inférieure, en même temps que dans les palpes de cette lèvre; partout ailleurs, c'est seulement aussi dans les palpes de la lèvre inférieure qu'on rencontre ces organes. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation des principes actifs chez les Résédacées.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« Par la nature des principes spéciaux qu'elles renferment, les Résédacées ressemblent aux familles étudiées dans mes Notes antérieures [1]. On peut obtenir, avec la racine de nos espèces indigènes, une essence sulfoazotée qui paraît identique à celle de la Moutarde noire. Il était donc à supposer que la formation de cette essence a lieu dans les mêmes conditions que chez les Crucifères et les autres familles qui ont été l'objet de mes récentes observations.

» Cependant, dans un travail postérieur à mes recherches sur les Crucifères, M. Spatzier [2] est arrivé à des résultats qui ne concordent guère avec les faits que j'avais d'abord signalés dans cette famille et retrouvés ensuite chez les Capparidées, Tropéolées et Limnanthées. D'après cet auteur, en effet, les Résédacées posséderaient bien de la myrosine dans les organes aériens et dans la graine, mais la racine, qui fournit précisément une notable proportion d'essence, serait totalement privée de ce ferment; en outre, l'essence préexisterait dans cet organe, à côté du myronate de potassium qu'on y trouve. Quant à la localisation de la myrosine, M. Spatzier l'indique exclusivement dans les cellules stomatiques de la tige et des feuilles; il n'a pu l'apercevoir dans les tissus de la graine.

---

(1) *Comptes rendus*, juillet et décembre 1890; 9 et 30 octobre, 28 novembre 1893.

(2) *Ueber das Auftreten und die physiologische Bedeutung des Myrosins in der Pflanze* (Pringsh. Jahrb., 1893).

» Ces conclusions, en particulier celles qui concernent la racine, ne pouvaient être admises sans contrôle, car, dans aucune des familles dont je me suis occupé, il n'existe un seul organe contenant de l'essence toute formée ou possédant du myronate de potassium en l'absence de myrosine. Comme on va pouvoir en juger, les Résédacées ne font pas exception.

» 1. Tout d'abord, il est assez difficile de s'expliquer comment l'auteur précité n'a pas trouvé de ferment dans la racine, où pourtant les réactions microchimiques permettent de mettre en évidence les cellules à myrosine. Si l'on examine, par exemple, une racine de *Reseda lutea* L. de $1^{mm}$ à $2^{mm}$ de diamètre, on rencontre ces cellules, non seulement dans le parenchyme cortical externe, mais aussi dans la région libérienne. Le bois en est complètement dépourvu.

» Dans la tige, ces mêmes cellules se retrouvent, mais en nombre moins élevé, principalement à la face interne des arcs scléreux dérivés du péricycle, ainsi que dans le liber sous-jacent. Quant aux stomates, ils donnent effectivement les réactions de la myrosine, mais la proportion de ce ferment s'y montre plus faible que dans le parenchyme cortical et libérien.

» Dans la feuille, les cellules stomatiques se comportent, au contact des réactifs, de la même façon que celles de la tige; le parenchyme, d'une étude difficile, ne laisse pas apercevoir de cellules spéciales à ferment. Il en est de même pour la graine mûre; mais, si on l'étudie quelque temps avant la maturité, au moment où commence le dépôt des réserves, quelques cellules paraissent se colorer un peu plus rapidement que les autres par le réactif de Millon; toutefois, la réaction est beaucoup moins nette qu'avec la graine du Câprier, par exemple, étudiée à la même période du développement.

» 2. L'expérience chimique donne des résultats conformes à ceux de l'observation microscopique.

» Pour démontrer l'existence de la myrosine dans la racine, il suffit de contuser $0^{gr},50$ seulement de cet organe dans l'eau. En maintenant le mélange à l'air libre dans un vase ouvert, vers 50°, pendant quelques heures, on chasse presque toute l'essence formée, en évaporant l'eau. Le résidu, repris par de nouvelle eau et additionné de myronate de potassium, dégage en quelques minutes, à la même température, une forte odeur d'essence de moutarde, ce qui démontre la décomposition du glucoside par la myrosine.

» On peut encore faire digérer $5^{gr}$ de racine fraîche pilée dans $20^{cc}$ d'eau pendant quelques heures, vers 50°. En filtrant le liquide et en l'ad-

ditionnant d'un excès d'alcool fort, on obtient un précipité qui contient surtout des matières albuminoïdes entraînées en même temps que la myrosine. Ce précipité, redissous dans l'eau et mis en présence de quelques centigrammes de myronate de potassium, dédouble rapidement ce glucoside, vers 50°, en donnant l'odeur de l'essence de moutarde. Or, la myrosine est le seul ferment actuellement connu pour opérer la décomposition du myronate dans les conditions de l'expérience.

» Il est donc démontré que ce ferment existe dans la racine, contrairement à l'opinion de M. Spatzier. Mais il reste encore à prouver que l'essence de moutarde ne préexiste pas dans cet organe.

» Pour cela, on opère sur la racine intacte que l'on coupe dans la vapeur d'alcool absolu bouillant et qu'on laisse tomber dans ce liquide. Après douze heures, on écrase les tissus dans l'alcool, on laisse encore en contact pendant quelque temps et l'on distille. Si la racine renfermait de l'essence toute formée, elle aurait été dissoute par l'alcool. Or, le liquide distillé, essayé par la méthode que j'ai indiquée dans mes Notes antérieures pour la recherche du soufre dans les essences, n'en contient pas. En opérant de la sorte, on peut employer jusqu'à $20^{gr}$ de racine pour $100^{gr}$ d'alcool absolu bouillant, sans trouver d'essence dans ce liquide, tandis qu'il suffit de broyer $0^{gr},50$ de la même racine dans l'eau, avant de la distiller avec ou sans alcool, pour obtenir très manifestement les réactions du soufre avec le liquide distillé. Ici encore, par conséquent, la conclusion de M. Spatzier est inexacte.

» L'expérience montre aussi que le ferment n'est pas exclusivement localisé dans les stomates de la tige; car, en opérant avec des fragments de cet organe débarrassé avec soin de son épiderme, on obtient la décomposition du myronate de potassium. Toutefois, il est bon de remarquer que, parmi les différentes espèces de *Reseda*, les plus actives à cet égard sont les *R. alba* et *R. lutea;* les autres ne renferment que fort peu de myrosine dans le tissu cortical et libérien de la tige.

» En résumé, chez les Résédacées indigènes, on observe des cellules à myrosine bien caractérisées dans la racine, la tige et la feuille. On ne les distingue pas dans la graine mûre, quoique l'expérience y démontre la présence du ferment; pour avoir chance d'en apercevoir quelques-unes, il faut étudier la graine avant la maturité. Le glucoside se rencontre surtout dans la racine; quant à l'essence, elle n'y préexiste pas plus que dans les familles étudiées précédemment. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'olivine de Maillargues, près d'Allanche (Cantal).* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« L'olivine constitue, comme on sait, un élément principal des nodules lherzolitiques que renferment si abondamment les roches volcaniques basiques, sur certains points du Plateau central; mais elle ne s'y trouve que sous forme de grains agglomérés avec l'enstatite, la picotite et un pyroxène chromifère.

» Le minéral de ces gisements a été, pour le rappeler en passant, l'objet d'une étude intéressante de M. Albert Moitessier, publiée dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier* (*Sur la composition des péridots normaux et altérés du Puy-de-Dôme;* 1861).

» Dans ce travail peu connu, M. Moitessier s'est notamment occupé de l'olivine formant le noyau des bombes volcaniques du plateau de Rentières, près de la ville d'Ardes.

» Mais, par contre, l'olivine cristallisée est fort rare, soit dans les roches, soit dans les sables détritiques du Plateau central. Dans sa *Minéralogie de la France*, M. A. Lacroix ne cite guère que trois gisements, celui des tufs basaltiques de Bessac, en Saint-Jean-de-Nay, et deux autres, très anciennement connus, à cause des gemmes qu'ils renferment associés au péridot, le saphir, le zircon et le grenat, je veux dire le volcan du Coupet, étudié et décrit par Dorlhac, et les sables d'Expailly; il ajoute que les cristaux de ces trois gisements, presque toujours roulés ou enduits de matière vitreuse, rendent les mesures précises impossibles. Il rappelle également la mention que fait Louis Pascal, dans la *Géologie du Velay,* de cristaux d'olivine dans les scories basaltiques poreuses du Croustet, de Clayre, de Taulhac, de Mons, etc.

» La rareté des cristaux de ce minéral m'engage à signaler un gisement du Cantal, dont je dois la connaissance au frère Adelphe, de Clermont-Ferrand. Dans ce gisement, l'olivine se montre en cristaux remarquablement nets, à faces miroitantes et à arêtes vives. C'est à Maillargues, aux environs d'Allanches, dans l'arrondissement de Murat, que se trouvent les cristaux d'olivine en question. Ils y sont associés à des cristaux d'augite, d'une netteté et d'une conservation identiques à ceux, classiques pour le Puy-de-Dôme, du puy de la Rodde, près du lac d'Aydat, et aussi à quelques prismes brillants de hornblende.

» Tous ces cristaux n'ont évidemment pas été roulés, et ont été mis en liberté par suite de la désagrégation sur place de la matière boueuse qui les a amenés au jour.

» Le volume des cristaux du péridot est considérable pour l'espèce; quelques-uns d'entre eux atteignent une longueur de $17^{mm}$ à $18^{mm}$. Ils offrent, soit le facies habituel des cristaux d'Expailly ou de Fortsberg, près Mayen, dans l'Eifel [1], c'est-à-dire qu'ils sont aplatis suivant $g'$ (nous conservons la disposition adoptée par M. Des Cloiseaux), soit celui qui est si fréquent dans l'olivine de la plaine des Sables, à la Réunion, étudiée par M. A. Lacroix [2], dont les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical.

» Leurs formes sont peu nombreuses; sur une centaine de bons cristaux, je n'ai observé communément que les faces $g^1(010)$, $g^3(120)$, $e^1(011)$, $e^{\frac{1}{2}}(021)$, et plus rarement $a^1(101)$ et $b^{\frac{1}{2}}(111)$. La face $p$ fait défaut, et la face $h^1$ est tellement mauvaise qu'elle semble le résultat d'une cassure.

» Les principales combinaisons sont :

$$g^3 g^1 e^1 e^{\frac{1}{2}}, \quad g^3 g^1 e^1 e^{\frac{1}{2}} a^1; \quad g^3 g^1 e^1 e^{\frac{1}{2}} a^1 b^{\frac{1}{2}}.$$

» La dernière est celle des cristaux de Torre del Greco, près de Naples (Atlas de M. Des Cloizeaux).

» Les faces $g^3$, $g^1$, $e^1$ et $e^{\frac{1}{2}}$ sont brillantes par place; les deux dernières n'offrent pas les stries que signale M. Des Cloizeaux. Toutefois, malgré leur miroitement, si frappant à l'œil nu, ces cristaux ne donnent pas des pointés bien nets; ils ont subi, par suite d'une exposition plus ou moins longue à l'air, une altération superficielle qui en a foncé la couleur naturelle et les a irisés; mais la cassure donne la couleur caractéristique de l'espèce. Les faces $a^1$ et $b^{\frac{1}{2}}$, très striées et fort petites, ne sont pas mesurables, au moins sur les cristaux que j'ai eus à ma disposition.

» Quoi qu'il en soit, l'abondance, la beauté et les dimensions anormales du péridot de Maillargues font de ce gisement un des plus remarquables du Plateau central; il mérite donc, à ces divers titres, d'attirer l'attention des minéralogistes. »

---

(1) G. vom Rath., *Zeitsch. der geol. Gesell.*, t. XVI, p. 79; 1864.

(2) *Bull. de la Soc. franç. de Min.*, t. V, p. 172; 1884.

GÉOLOGIE. — *Éruption du volcan Calbuco*. Note de M. **A.-E. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Le volcan éteint el Calbuco vient d'entrer en éruption ; on n'a aucun souvenir dans l'époque historique que ce volcan ait brûlé. Il fait partie d'un ensemble de cônes volcaniques qui se prolongent jusqu'au golfe de Reloncavi : le Villarica, le Quetropillan, le Sajara, l'Osborno et le Calbuco. Ces deux derniers sont situés entièrement à l'ouest de la Cordillère des Andes, près des rives du lac de Llanquihue; le Calbuco est situé par 41°21′02″ de latitude sud et 72°38′35″ de longitude ouest de Greenwich.

» Le Calbuco est de forme gibbeuse à large base, d'accès difficile; des forêts l'entourent de tous côtés. Selon M. Dawton, qui en a fait l'ascension en 1872, son cratère a la forme d'un pentagone irrégulier, un peu allongé de l'O.-N.-O à l'E.-S.-E avec un diamètre de plus de $2^{km}$. La hauteur de l'ouverture a été mesurée barométriquement à $1691^m,6$, le pic occidental le plus élevé estimé à $46^m,9$, ce qui donne au Calbuco une altitude totale de $1738^m,5$ au-dessus du niveau de la mer.

» Le cratère del Calbuco, lors de l'ascension de Robert Christie et Dawton, offrait une concavité profonde avec un monticule considérable au fond et escarpements autour formant des précipices insondables, d'où se dégageaient des émanations gazeuses.

» Il y a plusieurs mois que le Calbuco est sorti de son long sommeil; il a commencé par donner des signes de son activité, en émettant des colonnes de vapeur d'eau du côté oriental, bientôt suivies de grandes flammes sortant du cratère, avec bruits souterrains, mouvements seismiques, phénomènes électriques intenses. A cette première période de l'éruption a succédé l'émission d'abondantes cendres grises, qui couvrent les champs et les bois ; l'abondance des cendres est telle que les habitants ont dû quitter les propriétés et que les récoltes sont perdues ; les bois brûlent et le sol lui-même a acquis une température élevée.

» Les cendres sont des débris de trachytes, d'andésites et autres roches, qui contiennent de l'eau. Portées à de hautes températures, elles font explosion, éclatent et se réduisent en poussière, qui est rejetée hors du volcan avec d'autant plus de violence que la tension d'explosion a été plus forte.

» Cette abondante émission de cendres correspond à la période la plus active de l'éruption.

» La pluie des cendres éprouve des intermittences et est en relation avec les roches hydratées qui arrivent au foyer d'activité.

» Le Calbuco est en pleine éruption lavique en ce moment; les laves qui s'écoulent par les flancs de la montagne descendent jusqu'à la base; les courants de lave ont barré certains torrents et changé la direction des eaux.

» Cette seconde phase de l'éruption ne peut tarder beaucoup à être suivie de la période de manifestations gazeuses, sans laves, ni cendres. Nous tiendrons l'Académie au courant des études sur le Calbuco et les produits divers qu'il a émis. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — Benettites Morierei, *fruit fossile présentant un nouveau type d'inflorescence gymnosperme.* Note de M. **O. Lignier**, présentée par M. Duchartre.

« Étudier dans ses détails la structure du fruit fossile connu sous le nom de *Williamsonia Morierei* Sap. et Mar. et que je rapporte au genre *Benettites* Carr., m'a paru d'autant plus utile que ce fruit semble appelé à caractériser l'inflorescence d'un groupe tout entier, aussi important que celui des Cycadées. C'est M. de Solms-Laubach qui, le premier, a montré par son étude du *B. Gibsonianus* Carr. toute l'importance de cette nouvelle famille dont les tiges avaient, jusque-là, été confondues avec celles des Cycadées.

» Le *B. Morierei* est incontestablement très voisin du *B. Gibsonianus* et, s'il a, sur l'échantillon étudié par le professeur de Strasbourg, l'infériorité d'être complètement séparé du tronc qui le portait, il a, d'autre part, l'incontestable avantage d'être beaucoup mieux conservé. Aussi m'a-t-il permis d'élucider un certain nombre de points restés jusqu'à présent absolument obscurs (¹).

» Ce fruit offre la disposition d'un capitule entouré par un involucre recouvrant. Sur son réceptacle sont insérés de nombreux pédoncules séminifères et des écailles interstitielles plus nombreuses encore. Les pédoncules sont nus dans toute leur partie inférieure; à leur sommet ils ne portent qu'une seule graine qui est dressée dans leur prolongement; celle-ci est nue, orthotrope, unitégumentée et pourvue d'une chambre pollinique. Les écailles interstitielles sont toutes insérées directement sur

(¹) Je me propose d'en publier prochainement une étude détaillée.

le réceptacle, de même que les pédoncules; elles sont ordinairement lamelleuses dans toute leur partie inférieure, mais leurs sommets, renflés à la façon des écailles dans les cônes de Pins, dépassent les graines, les recouvrent et les protègent.

» Dans la région centrale du fruit, les pédoncules sont très gros par rapport aux écailles, qu'ils compriment entre eux, et ils ont une structure très différente de la leur. Or il n'en est pas de même dans la région périphérique où les pédoncules sont souvent atrophiés. Ils y sont, il est vrai, plus grêles et de forme différente de celle des écailles, mais, par contre, *leur structure anatomique est identique à celle de ces dernières*.

» Cette remarque m'a amené à admettre que les écailles et les pédoncules appartiennent à un même type d'organe et que leur aspect si différent, surtout chez l'adulte, résulte simplement de la différence des fonctions. Je suis même très disposé à les considérer tous comme des feuilles réduites et modifiées. Les pédoncules seraient, par suite, des feuilles ovulifères comparables à celles des Salisburiées.

» La structure de la graine démontre d'une façon indubitable que le *B. Morierei* est un fruit de Gymnosperme. On peut donc se demander quelle est celle des inflorescences gymnospermiques à laquelle il faut rapporter le fruit de Villers.

» Les organes de la région médiane du fruit ont été trop modifiés par la croissance pour que leurs positions relatives puissent nous apprendre sur leur mode de dispersion autre chose que l'existence de 5 ou 6 écailles autour de chaque pédoncule. Mais l'étude de la région marginale, dans laquelle les pédoncules sont restés très grêles et où, par suite, les écailles n'ont été ni déplacées ni déformées par eux, nous indique mieux les positions relatives des différentes pièces. Or les pédoncules s'y montrent assez régulièrement distribués en quinconce au milieu d'écailles qui sont toutes plus ou moins étirées tangentiellement, à la façon de bractées réceptaculaires concentriques au fruit. Celles-ci semblent donc, à première vue, indépendantes des pédoncules.

» Il est probable que certaines de ces écailles, sinon toutes, sont des feuilles réduites appartenant à l'axe réduit qui porte le fruit. Les pédoncules sont-ils des feuilles de même ordre que ces écailles, ou sont-ils d'un ordre supérieur, c'est-à-dire appartiennent-ils, eux aussi, à l'axe fructifère ou à des bourgeons insérés sur cet axe? Je n'ai pu le discerner avec les matériaux dont je dispose. Je ne puis donc dire si l'inflorescence du *B. Morierei* ressemble à un cône de Cycadée dont certaines feuilles seraient

fertiles, les autres restant stériles et devenant protectrices; ou bien à une inflorescence composée dont l'axe primaire porterait de place en place des axes secondaires réduits, soit à une seule écaille ovulifère, soit à une écaille ovulifère entourée de quelques écailles stériles basilaires. Cependant je penche plutôt vers cette dernière hypothèse.

» Mais, quoi qu'il en soit, il est incontestable que ce fruit fossile présente une inflorescence gymnosperme différente de toutes celles connues jusqu'à ce jour, et qui justifie pleinement la distinction établie par M. de Solms-Laubach entre les Benettitées et les Cycadées. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Emploi des cultures artificielles de microbes pathogènes à la destruction des Rongeurs (campagnols et mulots) en grande culture.* Note de M. **Jean Danysz**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« En février 1893, nous avons eu l'occasion d'observer une épidémie qui s'est déclarée spontanément parmi les campagnols et souris dans les champs et les greniers d'une commune (Charny en Seine-et-Marne). Ayant fait capturer une trentaine de ces animaux encore vivants, nous les avons vus tous mourir dans le courant d'une semaine, et leur autopsie nous a montré qu'ils ont succombé tous à une maladie infectieuse, la même pour tous; l'ensemencement de leur sang pris dans le cœur, du foie, de la rate, du liquide intestinal et de l'urine sur des milieux nutritifs, a donné des cultures pures d'un microbe, qui, inoculé à d'autres souris saines, leur donnait la même maladie, toujours suivie de mort.

» Nous nous proposons de donner, dans une Communication prochaine, une description détaillée de cette maladie et du microbe qui en est la cause; dans cette Note nous nous bornerons à indiquer que, par sa forme et par les lésions anatomiques constatées aux autopsies, il se rapproche le plus du choléra des canards, décrit par MM. Cornil et Toupet ([1]).

» Coloré par la méthode de Gram, ce microbe présente l'aspect de petits bacilles ovoïdes ou de bâtonnets arrondis aux deux extrémités, possédant souvent deux points polaires plus colorés. Il se développe très bien et très vite dans tous les milieux de culture, et surtout sur agar-agar où il finit toujours par s'étaler en une couche uniforme d'un gris jaunâtre.

» Une série d'expériences que nous avons pu faire, grâce à l'obligeance

([1]) *Bulletin du Jardin d'acclimatation*, 30 juin 1888.

de M. Metchnikoff, à l'Institut Pasteur, ont montré que, absorbé avec les aliments, le bacille était très pathogène pour toutes les espèces de campagnols et de souris connues en France et qu'il ne produit aucun effet appréciable sur les Rongeurs de grande taille, ainsi que sur les canards, les poules et les pigeons.

» D'autres expériences, et notamment celles faites par M. Julien Krantz, directeur de l'École pratique d'agriculture de Merchines (Meuse), et par M. D. Dickson, directeur de l'École pratique d'agriculture de Berthonval (Pas-de-Calais), ont montré que ce même bacille n'était nullement pathogène pour les animaux de la basse-cour, les chiens et les chats, ainsi que pour le bétail; enfin, l'expérience que nous avons faite sur nous-même et que beaucoup d'autres personnes ont bien voulu répéter, nous a prouvé que ces cultures, absorbées même à de très fortes doses, ne sont nullement dangereuses pour l'homme.

» Ainsi, assuré de l'innocuité de nos cultures pour tous les animaux utiles, nous n'avons pas hésité à les mettre à la disposition des cultivateurs intéressés. La question de la destruction des campagnols présente pour l'agriculture un intérêt considérable. L'Académie des Sciences en a été saisie à plusieurs reprises, mais, comme les moyens de destruction préconisés et employés jusqu'à présent n'ont donné que des résultats peu appréciables, il nous a semblé intéressant de voir si la maladie dont nous avons cultivé le microbe ne pouvait pas fournir une arme plus efficace contre ces Rongeurs.

» Les occasions de faire quelques essais en grande culture ne devaient pas nous manquer : le printemps et l'été de l'année 1893 ont été particulièrement favorables au développement des campagnols et la plupart de nos départements de l'est ont actuellement beaucoup à souffrir des ravages causés par ces animaux.

» Le 29 septembre dernier, nous nous sommes rendu, à la demande de M. Guyard, président de la Société et du Syndicat des agriculteurs de Bar-sur-Seine, au hameau « La Borde » où les champs, d'une étendue de 75 hectares environ, étaient fortement infestés par les petits Rongeurs.

» Nous constatons d'abord que la situation du hameau et la nature de ses terres se prêtent très bien au développement de ces animaux. De bonnes terres fortes, argileuses, assurent une grande consistance à leurs nids; d'autre part, les pentes, assez prononcées de tous les côtés, facilitent l'écoulement des eaux et empêchent les inondations qui, dans d'autres

conditions, détruisent un grand nombre de ces animaux au printemps et à l'automne.

» L'inspection des champs envahis nous montre que le nombre de trous varie entre 5 et 15 par mètre carré, ce qui, en comptant un Rongeur pour 5 trous en moyenne, donne 10 à 30000 de ces animaux par hectare.

» Nous avons trouvé dans les champs envahis : des campagnols (*Arvicola arvalis*) et des mulots (*Mus sylvaticus*), ces derniers dans une proportion bien moins forte.

» L'expérience a été faite dans les conditions suivantes : cent vingt tubes de cultures sur gélose de cinq et de six jours ont été délayés dans $50^{lit}$ d'eau. Dans cette solution on a trempé environ 80000 morceaux de pain de $1^{cc}$. Le pain trempé a été aussitôt distribué dans les champs en raison d'un morceau par trou nouvellement frayé, c'est-à-dire, en moyenne, dans un trou sur six.

» L'opération a occupé vingt personnes pendant trois journées consécutives, environ deux heures par jour, de $4^h$ à $6^h$ du soir.

» L'inspection des trous le lendemain de chaque distribution a montré que le pain introduit dans ces trous a été mangé dans le courant de la nuit.

» Les frais de l'expérience se sont élevés à la somme totale de $156^{fr}$ pour 50 hectares, c'est-à-dire $3^{fr},10$ par hectare.

» La préparation du pain et sa distribution ont été faites en présence de M. Guyard, des membres du bureau du Syndicat agricole de Bar-sur-Seine, de M. R. Danguy, professeur départemental d'Agriculture et d'un certain nombre de cultivateurs du voisinage.

» Déjà le troisième jour après la distribution, on a trouvé sur les champs traités plusieurs mulots et campagnols malades. L'autopsie de ces animaux nous a montré qu'ils ont succombé à la maladie inoculée. Le 15 octobre, dans un champ de luzerne traité, on n'a trouvé au labour que trois campagnols encore vivants, mais déjà malades, tandis que dans une luzerne voisine, non traitée, plus de cinquante de ces animaux se montraient dans chaque sillon. Le même succès dans les étaules, les galeries souterraines et les nids étaient remplis de cadavres des campagnols, pour la plupart à moitié rongés; d'autre part, l'absence complète de ces animaux vivants dans les champs où ils foisonnaient quinze jours avant montrait bien l'action manifeste du virus distribué.

» Cette expérience et beaucoup d'autres faites dans des conditions analogues dans les départements de l'Aube, de la Côte-d'Or, de la Marne, etc., nous permettent de conclure que les cultivateurs ont aujourd'hui à leur

disposition un moyen très simple, en même temps que très efficace et peu coûteux, pour défendre leurs récoltes contre les ravages causés périodiquement par les mulots et les campagnols. »

M. Aug. Detroyes adresse, de Landreville (Aube), une réclamation de priorité, à propos d'une Note de M. *Geneste* « Sur le greffage souterrain », présentée à l'Académie par M. Chatin dans la séance du 27 novembre dernier (Extrait).

« Ce procédé est exactement celui que j'ai communiqué à M. le Ministre de l'Agriculture, en date du 19 mai 1892 et dont j'ai exposé la théorie, à la fin du même mois, au concours régional de Troyes. Le 30 octobre 1892, j'ai fait connaître les résultats obtenus à la séance publique de la Société horticole de l'Aube, qui a inséré dans ses Annales, pages 768 et 772, la description de mon procédé, sous le titre de : « Greffages des provins, par Auguste Detroyes ».

M. Paul Blandin adresse la description d'un appareil destiné à mesurer la force d'un jet d'eau, auquel il donne le nom « d'hydrodynamomètre ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 11 décembre 1893.

*Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar,* publiée par Alfred Grandidier. Volume I : *Géographie*, par Alfred Grandidier. II$^e$ Partie. Paris, Imprimerie nationale, 1892; 2 vol. in-4°.

*Matériaux pour l'histoire de l'homme. Revue d'Anthropologie, Revue d'Ethnographie réunies. L'Anthropologie,* sous la direction de MM. Car-

TAILHAC, HAMY, TOPINARD. 1893. Tome IV, n° 4. Paris, G. Masson, 1 vol. in-8°.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série, tome XVII, septembre 1893. Paris, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Flore de la France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine*, par G. ROUY et J. FOUCAUD. Tome premier. Paris, Rouy et Foucaud, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

*La Terre avant l'apparition de l'homme*, par FERNAND PRIEUR, ancien élève de l'École Normale supérieure, professeur au lycée Henri IV. Paris, Baillière et fils, 1893. (Présenté par M. Gaudry.)

*Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble*, 1892. Tome II, 1er fascicule. Grenoble, Allier, 1893; 1 fasc. in-8°.

*Les causes de l'ancienne extension des glaciers*, par A. DE LAPPARENT (Extrait de la *Revue des questions scientifiques*, octobre 1893). Bruxelles. Polleunis et Ceuterick, 1893; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*L'Astronomie et les Astronomes*, par AUGUST TISCHNER. Leipzig, G. Fock, 1893; 1 brochure in-8°.

*Insect-life. Devoted to the economy and life-habits of insects, especially in their relations to agriculture*. Edited by C.-V. RILEY and L.-O. HOWARD. Washington 1893; 1 fasc. in-8°.

*Bihang till kongl. Svenska Vetenskaps-Akedemiens Handlingar*. Adertonde Bandet, Afdelning IV. Stockholm, 1893; 3 vol. in-8°.

OSCAR LEAL. — *Contos do meu tempo*. Recife, 1893; 1 vol. in-8°.

*Bibliography of Meteorology. A classed Catalogue of the printed literature of Meteorology from the orogin of printing to the close of* 1881; *with a supplement of the close of* 1887, *and an author index*. Prepared under the direction of Brigadier general A.-W. GREELY, chief signal officer U. S. Army. Part. I: *Temperature*. Washington, 1893; 1 vol. in-4°.

## *ERRATA.*

(Séance du 20 novembre 1893.)

Note de M. *Hans Schardt*, sur l'origine des Alpes du Chablais et du Stockhorn, en Savoie et en Suisse :

Page 707, ligne 16 en remontant, *au lieu de* de, *lisez* dans.
Page 707, ligne 7 en remontant, *au lieu de* blocs erratiques, *lisez* blocs exotiques.
Page 708, ligne 13, *au lieu de* mont Salève, *lisez* mont Sulins.
Page 709, ligne 10, *au lieu de* blocs erratiques, *lisez* blocs exotiques.

Note de M. *A. Delebecque*, sur la variation de la composition de l'eau des lacs avec la profondeur :

Page 712, ligne 18, *après* $0^{gr}$,138 par litre, *ajoutez* $5^{m}$, $0^{gr}$,138.

(Séance du 27 novembre 1893.)

Note de M. *A. Badoureau*, Preuves et causes du mouvement actuel de la Scandinavie :

Page 768, ligne 3, *au lieu de* crusus, *lisez* crurus.
Même page, ligne 12, *au lieu de* Drobak, *lisez* Dröbok.
Page 769, ligne 3, *au lieu de* $d(\mathrm{R}\cos\alpha) = +y$, *lisez* $d(\mathrm{R}\cos\alpha) = -y$.
Même page, ligne 8, *au lieu de* $= -dy$, *lisez* $= -y$.

(Séance du 4 décembre 1893.)

Note de M. *H. Nolan*, Sur les terrains triasique et jurassique des îles Baléares :

Page 823, ligne 8, *au lieu de* embouchure de l'Elbe, *lisez* embouchure de l'Ebre.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

---

M. DE LACAZE-DUTHIERS prononce l'allocution suivante :

« MESSIEURS,

» L'on va proclamer les prix et les noms des lauréats mais; avant permettez-moi une observation, due peut-être à un peu d'égoïsme.

» Toutes les branches des Sciences, mathématiques, physiques, chimiques, médicales, la Botanique, sont largement représentées dans la série des récompenses : seule la Zoologie n'a pas un prix qui lui soit destiné spécialement.

» Combien il serait heureux que cette observation fût entendue de quelque généreux Mécène voulant encourager des travaux qui certes par eux-mêmes sont loin d'être lucratifs et que l'amour seul de la Science inspire le plus souvent!

» Je voudrais aussi vous dire quelques mots d'une question qui me paraît assez sérieuse pour devoir attirer un instant votre attention.

» Peut-être jugerez-vous que ce que je vais avoir l'honneur de vous dire

est plutôt de la compétence d'une autre Compagnie ; cependant il me paraît que l'intérêt de la Science est ici en jeu. C'est presque une protestation que je vais essayer de vous soumettre.

» Je veux vous parler de l'*orthographe*. Ne craignez rien, ne vous effrayez pas ; je désire, tout autant que vous, être fort concis et le plus court possible : il ne sera question ni des accents, ni des traits d'union, ni des participes, ni des irrégularités sans nombre de notre langue que quelques-uns, fort irrévérencieusement pour le dictionnaire où ils les ont trouvées, ont appelées des *chinoiseries* de la langue française ; je ne veux parler ici que de l'*orthographe du langage scientifique*.

» Si l'on y regarde de près, tous les projets de réformes sont basés sur le désir de simplifier notre langue en écrivant les mots comme on les prononce, indépendamment des étymologies.

» C'est la lutte entre les phonétistes et les étymologistes, personne ne veut céder.

» En relisant ce qui a été écrit sur ce sujet, et l'on sait s'il a été beaucoup écrit, on voit bien vite que les auteurs se sont placés à peu près exclusivement au point de vue purement littéraire ; le côté scientifique de la question a été par eux laissé de côté. Il ne faut pas croire que l'on soit plein d'aménité dans la discussion, et surtout toujours exact. Des hommes fort sérieux ont écrit : « L'orthographe est une pure convention » élaborée par des pédants » ; ou bien : « Les langues sont semblables » à d'antiques forêts où les mots ont poussé comme ils ont voulu ou comme » ils ont pu ».

» Tout cela est possible dans la paléontologie des langues, dans le langage de la littérature, mais c'est absolument inexact dans le langage scientifique. Les mots ne sont pas nés au hasard, et leur orthographe, toute conventionnelle qu'elle puisse paraître, surchargée de lettres parasites, doit être conservée, dût-on être traité de pédant.

» L'orthographe est soumise à une certaine évolution, et cela parce qu'elle est influencée par les progrès de l'art, de l'industrie, de la science, de la société, et par conséquent de la langue du pays.

» Disons-le donc, il s'agit en ce moment de prendre la défense, et cela carrément, de ce pauvre *ph*, qui a été si malmené sous le prétexte qu'il était un assemblage hétéroclite de lettres n'ayant aucun rapport avec le grec, et de ce malheureux *y*, fort maltraité aussi, parce qu'il est parasite, dit-on, et ne signifie rien.

» Je plaide en grâce pour ces deux coupables condamnés à mort ; je ne

réclame pas les circonstances atténuantes, je demande la vie tout entière.

» Laissons de côté les subtilités orthographiques, les étymologies que l'on pourrait appeler préhistoriques, ou si l'on aime mieux archéologiques, tellement elles sont anciennes. Il reste dans l'état actuel de la langue littéraire française une orthographe nécessaire, indispensable, que ferait disparaître le phonétisme.

» Par respect pour ce dôme, qui a entendu de si beaux discours où le style élevé et les idées nobles sont versés à pleines mains, je n'oserais prononcer l'une des phrases qu'il serait si facile de faire avec des mots orthographiés différemment, mais produisant un même son. Comment l'étranger pourra-t-il s'en tirer, si dans une même phrase, il entendait quatre répétitions du mot *foi*? Est-ce la ville, est-ce l'organe, est-ce la croyance, est-ce l'indication d'une répétition que l'on a voulu désigner? Prend-on le mot *maître,* voilà trois sens représentés par une seule résonance, ainsi que pour le mot *pois*.

» Dans ces cas et bien d'autres, c'est l'orthographe différente qui fait seule distinguer, fait seule reconnaître, les sens divers d'une même impression, d'un même son sur l'oreille.

» Mais il faut cependant être conséquent et logique. Si l'on supprime le *ph* et l'*y* parce qu'ils ont la même consonance qu'un *f* et qu'un *i*, pourquoi cette modification dans un cas et non dans l'autre?

» L'orthographe phonétique entraînerait après elle tous les jeux de mots les plus extravagants, les quiproquos les plus insensés.

» On dit : « Cet assemblage encombrant de lettres *ph* est une pure con» vention : on peut, on doit le supprimer ». Mais c'est justement cette convention à laquelle il faut s'attacher, parce qu'elle est le flambeau qui nous éclaire. Un exemple entre mille nous fournira la démonstration en montrant à la fois l'utilité du *ph* et de l'*y*.

» Aujourd'hui on s'occupe fort du transformisme et cette théorie a conduit à créer des mots nécessaires, puisqu'ils permettent de s'exprimer clairement sans périphrases.

» Lorsqu'on recherche quelle a été la filiation des êtres qui se sont succédés, en variant de forme, et ont dû être, d'après la théorie, les ancêtres les uns des autres, on appelle *phylum* l'ensemble de cette chaîne de races ancestrales. Le mot grec φυλή, qui a servi à former le mot *phylum* en changeant, c'est une convention, le φ en *ph* et υ en *y*, a un sens précis, et la convention que je viens de rappeler aide singulièrement à en retrouver l'origine.

» Supprimez le *ph* et l'*y*, comme on le demande, et vous aurez *fium* par un *f* et un *i*, mot latin signifiant « fil, fil à coudre ».

» Ainsi avec le même son, écrit non plus différemment, mais d'une seule manière, nous allons être exposés à confondre : succession d'ancêtres ou de races, avec fil à coudre. A quelles erreurs accumulées, à quelle confusion le langage scientifique sera-t-il voué avec la nouvelle orthographe sans *ph* et sans *y*?

» On doit se demander si ceux qui ont proposé la suppression de ces lettres ont bien songé au langage et à l'orthographe scientifiques? ont-ils mesuré l'étendue des embarras dans lesquels ils allaient nous jeter?

» Disons-le, il y a une orthographe scientifique qui s'impose impérieusement, puisqu'elle permet, par des signes conventionnels, de remonter au sens précis des mots, en aidant à en retrouver l'étymologie.

» Je vous ai promis d'être sobre, et je me contente de vous indiquer le *Nomenclator zoologicus* d'Agassiz, gros volume in-4° de 1400 pages, qui ne renferme que des noms zoologiques avec leur étymologie. Cet Ouvrage date de 1846, et Dieu sait si, dans les quarante-sept années écoulées depuis lors, on a fait des espèces, des genres, et par conséquent des noms nouveaux! Or il faut remarquer qu'il ne s'agit dans ce gros volume que de noms d'animaux et de noms de genres; les espèces n'y sont point comprises.

» La Botanique, la Géologie, la Chimie, en un mot toutes les Sciences, ont leur part dans la création rationnelle des noms; et après cela est-il possible de dire que les mots poussent au hasard, comme les arbres d'une forêt?

» On se demande quelle serait l'impression que produirait sur vous, membres de l'Institut, en entrant ici pour une séance solennelle, si vous voyiez, sur une plaque commémorative de la guérison de la rage, écrit en lettres d'or, le mot « hydrophobie » par un *i* et un *f* (*idrofobie*). Pour ma part, je serais curieux de voir quelle serait la nature de cette impression.

» L'un de nos maîtres dans la belle langue française a dit, quelque part, qu'on ne reconnaîtrait plus Racine et Molière si l'on écrivait leurs chefs-d'œuvre phonétiquement, comme on les prononce. Que serait-ce, alors, pour les naturalistes si le *Nomenclator zoologicus* dont je viens de parler était écrit phonétiquement?

» On peut certainement porter ce défi, avec la plus absolue confiance : il est impossible de faire un pas dans les Sciences naturelles sans se heurter à la nécessité de connaître les étymologies des mots qu'on rencontre à

chaque pas, à chaque ligne; car à chaque pas on y trouve l'orthographe étymologique, respectant non seulement le *ph* et l'*y*, mais encore le *th* et le *ch*, dont le temps ne permet pas de prendre aussi la défense.

» La Médecine n'a pas été citée, et cependant combien de noms de maladies viennent du grec! Enfin la Science fait de tels progrès que le langage usuel est rempli de mots grecs et latins qui reviennent à chaque instant : Télégraphe, Téléphone, Microphone, Kilomètre, Microscope, Orchidées, Chrysanthème; ces deux derniers sont bien à la mode.

» Il faut d'ailleurs bien le reconnaître, c'est un besoin pour notre esprit de rechercher le sens vrai, le sens primitif d'un mot que nous entendons ou lisons pour la première fois. Il m'est arrivé souvent de voir l'embarras d'une jeune personne cherchant à savoir ce que signifiaient les noms botaniques qu'elle devait apprendre par pure mémoire, sans autre secours. Le mot *géranium* l'avait intriguée particulièrement : en lui montrant le fruit de la plante, rappelant la tête et le long bec de la grue, qui s'appelle en grec *gueranos*, je vis bientôt le contentement suivre l'explication.

» Mais, dira-t-on, tout le monde ne sait pas le grec! » Ne peut-on répondre qu'avec les progrès modernes de l'éducation, dans nos lycées de jeunes filles, où l'on prépare des agrégées, on apprend le grec et le latin aux futures épouses de nos jeunes garçons?

» Il y a encore dans la tendance qui pousse à créer des mots un danger qui ne date pas d'hier, car il est fort ancien. Aujourd'hui, comme autrefois, on veut, par la construction même du mot, faire connaître les propriétés du corps, de l'être qu'on va désigner : Hydrogène, « qui engendre « l'eau », Ornithorhynque, « animal à bec d'oiseau ». Mais quelle mesure garder, où s'arrêter dans le nombre des attributs à faire entrer dans le nouveau nom?

» Il y a plus d'un siècle que Linné, ce grand réformateur, imposa des règles toujours vraies et justes, qu'on oublie trop aujourd'hui; il trouvait que les mots d'une trop grande longueur devenaient nauséabonds, c'est son expression : *Nomina generica sesquipedalia, enunciatu difficilia vel nauseosa, fugienda sunt*, et Linné avait raison.

» Voici un de ces mots; excusez-moi de le prononcer : *Monolasiocalleno-monophyllorum*.

» Que dirait Linné s'il revenait de nos jours et si l'on parvenait, devant lui, à prononcer couramment, comme je vais tenter de le faire, le mot de Chimie moderne que voici.

» Vous le savez, on a cherché à colorer artificiellement les fleurs blanches. Si donc une partie de l'auditoire est désireuse d'avoir des œillets

verts, il faudra qu'elle aille demander dans un magasin de produits chimiques, si toutefois elle se rappelle le nom, l'acide *diéthyldibenzyldiamidotriphénylcarbinotrisulfureux,* afin de faire un sel de soude dans la solution duquel elle fera tremper la tige de l'œillet blanc, qui deviendra vert.

» Est-il besoin de dire que ce mot offre les caractères de ceux dont Linné disait : *Enunciatu difficilia, nauseosa,* et qui *fugienda sunt!*

» Qui sait si, en dehors des Sciences naturelles, auquel cas je perds toute compétence, on ne ferait pas bien de suivre les principes de Linné en créant des noms nouveaux un peu moins longs?

» Il faut conclure :

» Pour moi, je le déclare ici, et c'est ici que j'ai voulu le déclarer, je serai réfractaire à la suppression des signes caractérisant une étymologie indispensables à connaître.

» Point de phonétisme dans les Sciences; conservons l'orthographe et les signes conventionnels des étymologies. Laissons donc vivre en paix les *ph* et les *y*, les *ch* et les *th*, qui nous rendent les plus grands services, mais laissons aussi faire table rase de toutes ces particularités orthographiques étranges, n'ayant aucune raison d'être et qu'un usage inexplicable a perpétuées sans savoir trop pourquoi.

» En un mot, conservons une orthographe scientifique raisonnable et utile, en dépit des malédictions qu'on pourra nous adresser; dût-on même nous traiter encore de pédants!

» Messieurs,

» Depuis notre dernière réunion publique, nous avons fait des pertes cruelles. Permettez-moi de vous les rappeler et d'adresser un dernier adieu à nos Confrères regrettés.

» Parmi nos Associés étrangers, MM. Richard Owen, Kummer et de Candolle occupaient dans la Science, à des titres divers, des situations très élevées. Tous étaient arrivés à cette période de la vie où les travaux cessent et où l'homme le plus actif n'a qu'à attendre patiemment la fin d'une vie qui pour nos Associés fut aussi bien remplie que glorieuse.

» Ils appartenaient tous au commencement du siècle, ils étaient octogénaires : Richard Owen était né en 1804, de Candolle en 1806 et Kummer en 1810.

» Richard Owen avait été l'une des illustrations de la Zoologie et de l'Anatomie comparée des plus en vue du siècle; ses travaux sont sans nombre.

» Il eut la main heureuse en faisant connaître l'organisation d'une foule de types les plus curieux, parce qu'ils représentaient dans la série animale des formes aberrantes.

» Dans sa jeunesse il vint étudier à Paris et put, vers cette époque, puiser des principes à l'école si prépondérante de Cuvier, principes dont il ne se départit guère. Aussi, durant toute sa carrière, au Collège de Londres comme au British Museum en qualité de directeur, multiplia-t-il ses études d'Anatomie comparée et de Paléontologie. Il ne dédaignait pas, dit-on, le titre de « Cuvier anglais » qu'on lui donna.

» On dit même que dans les réceptions officielles il se fit annoncer quelquefois en faisant suivre son nom du titre d'Associé de l'Institut de France.

» Il professait pour la science française la plus grande estime et pour les savants de notre pays, on peut dire, la plus vive affection. Il les recevait avec grande cordialité et, conteur charmant, il n'oubliait pas de les intéresser par des anecdotes anciennes datant de son séjour en France. Il a même voulu laisser une preuve de ses sentiments à notre égard en publiant un livre en français, livre fort important, sur la théorie du plan d'organisation du squelette; c'est un essai d'Anatomie philosophique, inspiré, dit-il, par la discussion célèbre de Geoffroy et de Cuvier, à laquelle il avait pour ainsi dire assisté.

» Ses travaux, disais-je, sont sans nombre : il n'est pas de partie du règne animal où il n'ait laissé des traces de ses recherches. Chez les Vertébrés comme chez les Invertébrés, on trouverait partout des Mémoires importants à citer, et toujours pour des animaux dont l'organisation semble anormale, et dont la situation ou les rapports sont douteux. Ainsi, en découvrant des mamelles chez cet animal singulier qui a un bec d'oiseau et pond des sortes d'œufs, il montra les rapports intimes de l'Ornithorhynque, qui allaite ses petits comme les Mammifères.

» C'est lui encore qui nous fit mieux connaître ces oiseaux singuliers, le Dronte ou Dodo, et surtout le Dinornis, qui ont disparu et dont il reconstitua le squelette. Ce dernier, l'oiseau terrible, si l'on s'en rapporte aux étymologies de son nom, sans doute parce que sa taille égalait celle de la girafe, sans défense, ne pouvant voler et méritant peu sa dénomination, a été anéanti par les premiers navigateurs qui abordèrent les îles où il vivait.

» La Souveraine d'Angleterre avait bien compris quel grand honneur apportaient à son pays les beaux travaux de Richard Owen, l'un des anato-

mistes les plus remarquables de notre époque : aussi l'avait-elle fait Baronnet et avait-elle donné à Sir Richard Owen une grande situation de retraite, honorant ainsi l'homme de science dont l'Angleterre est fière.

» Avec Adolphe de Candolle nous retrouvons un nom aimé en France et resté illustre. C'était le digne fils de Pyrame de Candolle, qui avait aussi été notre Associé, et dont les travaux en Botanique ont eu jadis un si grand éclat.

» Les de Candolle avaient eux aussi beaucoup travaillé en France. Tous leurs Ouvrages ont été publiés dans notre langue ou en latin. Ils appartenaient à cette pléiade de savants fortunés de la Suisse, les Pictet, les de la Rive, et de tant d'autres, qui donne un si bel exemple à la jeunesse née dans d'heureuses conditions de fortune, en lui montrant que la culture de l'esprit et des Sciences, si elle n'était un devoir quand on n'a point à se préoccuper des exigences matérielles de la vie, est bien préférable à l'oisiveté, qui tôt ou tard conduit inévitablement à la ruine ou à la démoralisation.

» M. Adolphe de Candolle a continué le Prodrome du règne végétal commencé par son père; œuvre colossale qui forme une série considérable de volumes contenant la description d'un nombre énorme de plantes.

» Ses travaux originaux ont surtout eu pour but les études de Géographie botanique, et lui ont fourni l'occasion de rechercher l'origine des plantes cultivées par l'homme.

» Ses livres sont des modèles de précision; ils sont toujours consultés avec le plus grand fruit par les savants botanistes.

» M. Kummer, Secrétaire perpétuel de l'Académie de Berlin, s'occupait de Mathématiques; ma compétence en ces matières ne me permet guère d'apprécier ses travaux. Vous l'aviez nommé Associé de notre Compagnie : cela ne fait-il pas juger sa valeur et ses mérites?

» Les Confrères que la mort nous a enlevés occupaient une place égale dans notre estime et dans notre affection.

» M. Chambrelent était parmi nous depuis peu d'années, et bien peu parmi nous lui donnaient l'âge que sa mort nous a révélé; il avait 76 ans.

» Son activité était incessante. Le 30 octobre, il nous faisait connaître les résultats de ses études sur la dernière récolte de la vigne; propriétaire, il jugeait en agriculteur compétent les causes des plaintes qui s'élèvent de tous côtés sur l'avilissement du prix des vins.

» Les voyages pour lui ne comptaient pas ! Tantôt dans les Landes, à Talence près de Bordeaux, tantôt dans la Camargue, il revenait nous apporter le résultat de ses essais et surtout ses réclamations. Dans la Camargue, c'est l'eau qui lui manque : il réclame incessamment les travaux de la déviation du Rhône pour les irrigations; dans les Landes, c'est l'eau qui fait tout le mal, qui fait périr les arbres, en pourrissant leurs racines; ici il propose de faire des canaux pour drainer le sol, et, comme l'on ne tient pas compte de ses observations, il achète du terrain en lande et, mettant en pratique ce qu'il conseillait, il arrive à assainir le pays, à lui faire produire ces quantités énormes de bois que vous voyez journellement employer dans les rues pour les pavages.

» Je ne puis redire ici tout ce que furent les travaux de M. Chambrelent : il travaillait encore, pour ainsi dire, au moment de sa mort. Le 30 octobre nous cheminions ensemble au sortir de notre séance, et il m'exposait ses projets nouveaux pour les deux grandes plaines jadis arides et qu'il travailla si bien à rendre fécondes. Si jamais le mot d'Horace fut applicable, c'était certes à Chambrelent, car il était bien le vieillard *spe longus, avidusque futuri*.

» Le brave amiral Pâris était, lui aussi, octogénaire : la mort nous l'a enlevé à 87 ans. Il était notre doyen d'âge, aussi aimé que respecté.

» Vous vous rappelez cette bonne figure épanouie et souriante à tout venant, cet abord franc du marin plein de franchise et sans détour.

» Il me souvient que, lors de ma candidature académique, il me reçut fort amicalement et me dit tout de suite : « Je ne vote pas pour vous : ma » voix est promise par testament, n'en parlons plus. Vous avez voyagé? » venez voir mon album. » Je me soumis, tout candidat évincé que j'étais. Comment ne pas oublier ce refus, en admirant les magnifiques aquarelles et la franche bonhomie de notre cher amiral ?

» De même, quand nous avions une élection dans sa Section, il s'avançait au milieu de nous; sa part dans la discussion des titres n'était pas longue : « Je ne suis point avocat, disait-il, je ne sais pas faire un discours. » M. Un tel est le plus fort, je vote pour lui. » Et c'était tout. Il se retirait en frappant sur son bras gauche mutilé comme s'il eût frappé dans ses mains. L'homme et le marin sont là tout entiers dans leur franchise et dans leur droiture.

» Il était l'un des derniers survivants, parmi nos officiers généraux de marine, ayant longtemps navigué à la voile.

» Il aimait beaucoup à parler de ses voyages autour du monde. Un

voyage autour du monde! c'est aujourd'hui presque une partie, un train de plaisir : tout autre était le voyage de l'*Astrolabe* et de la *Zélée* allant au milieu des dangers de toutes sortes à la découverte des terres du pôle Sud.

» L'amiral Pâris avait été enseigne à bord de l'*Astrolabe*, sous le commandement de Dumont d'Urville; il devait certainement être l'un des derniers survivants de cette expédition mémorable.

» Il avait vu naître l'application de la vapeur à la navigation et, s'il avait abandonné avec regret les belles manœuvres de la voile, il s'était si bien laissé entraîner par le progrès que ses premières publications furent toutes destinées à servir de guide aux marins qui allaient faire leur école avec ces nouveaux moyens de locomotion. L'un des premiers il avait compris tout le parti qu'on pouvait tirer de cette nouvelle force motrice : aussi alla-t-il en Angleterre pour étudier dans un atelier célèbre les procédés de la Mécanique navale, et devint-il, disait-on, le premier mécanicien de la flotte.

» Il fit la guerre en Crimée, eut plus tard la direction du Dépôt des Cartes marines et y rendit des services pendant la Commune. On a raconté qu'il avait sauvé son ami, son Confrère de Tessan, qui habitait la rue du Mont-Thabor et qui faillit être brûlé lorsque l'on fit flamber Finances.

» Très travailleur, toujours actif, il ne prit sa retraite que pour travailler, on peut le dire, encore davantage. Cette retraite fut la direction du Musée de Marine, où nous avons pu le voir heureux de compléter les collections des modèles des bâtiments modernes et d'évoquer surtout les formes antiques ou anciennes de tous les pays. A l'aide de son très grand art de dessinateur et de son habileté à diriger la gravure ainsi que les constructions, il a fait revivre, comme l'a dit l'un de nos Confrères, la marine des temps passés.

» J'exprimerai certainement vos sentiments en disant quels furent nos regrets à la mort de notre brave et loyal amiral, dont la vie toute de travail, de dévouement et d'abnégation restera comme un modèle parfait de ces marins toujours impassibles au milieu des dangers comme dans les chagrins de la vie privée. Vous savez quels furent ses douleurs et son courage en apprenant la mort cruelle de son fils qui marchait déjà sur les traces du bon amiral que nous avons tous aimé.

» Le 16 août dernier, notre étonnement et nos regrets furent bien grands quand on annonça la mort si subite et si inattendue de notre Confrère Charcot.

» Il était en villégiature, lorsqu'il eut l'imprudence, par l'une de ces

journées de chaleur excessive de l'été dernier, de faire une longue course dans le Morvan.

» Pendant la nuit qui suivit cette excursion, les accès de l'affection du cœur dont il souffrait devinrent terribles, et ses élèves et amis, qui l'accompagnaient, restèrent impuissants à arrêter les progrès du mal : ils ne purent qu'entourer les derniers moments du maître illustre de leurs soins affectueux et dévoués.

» Charcot était doué d'une grande énergie. Lorsqu'il lut devant nous, ce fut pour la dernière fois, son Rapport lumineux pour désigner à nos suffrages le grand chirurgien anglais Lister, on pouvait remarquer que sa voix fléchissait par instants, qu'il faisait des efforts pour dominer l'affection qui déjà le tourmentait, et qui devait l'emporter quelques mois plus tard. Il surmontait la fatigue que lui causait cette lecture avec la même force que s'il eût eu à vaincre l'un des nombreux obstacles que lui offrirent ses beaux et difficiles travaux.

» Un jour certainement, un Confrère autorisé vous fera entendre l'éloge de ce grand pathologiste, car un savant qui a produit autant de travaux sur les maladies nerveuses, si difficiles à analyser, qui a joui d'une aussi grande notoriété, est une personnalité qu'on doit étudier et montrer sous toutes ses faces les plus variées, pour arriver à la connaître sous son jour le plus vrai. Le temps n'est pas venu. Qu'il suffise de rappeler qu'il a fait faire des progrès considérables à la Pathologie du système nerveux, dont il étudia l'Anatomie pathologique, souvent en collaboration de notre regretté Secrétaire perpétuel Vulpian.

» De ses études est née cette École célèbre entre toutes, l'École de la Salpêtrière, qui fait honneur à la France, et qui restera comme le couronnement de l'œuvre et le plus beau titre de gloire de Charcot.

» Il y a une centaine d'années, une théorie attachante, s'il en fut, prit brusquement possession de la science, on pourrait presque dire de la philosophie, surtout de la physiologie du cerveau. Tout le monde connaît le grand bruit que firent les idées de Gall sur la localisation des facultés du cerveau. Gall avait fait la carte topographique de l'encéphale et placé dans telle ou telle circonvolution telle ou telle fonction dont dépendaient les qualités ou les défauts de l'être pensant. Ce cadastre intellectuel était quelque peu fantaisiste : aussi Dieu sait à quelles exagérations, à quelles discussions, on pourrait dire à quelles terreurs il donna lieu.

» Gall soutenait que le développement de la fonction était accompagné du développement de l'organe et celui-ci du soulèvement de la partie correspondante de la boîte cranienne, dès lors devaient apparaître au toucher,

même à la vue, les fameuses bosses caractéristiques du vol, du crime, de l'amour, de l'orgueil, etc. On raconte qu'à Vienne des hommes haut placés, des diplomates, dans des situations fort en vue et dont le crâne commençait à n'être plus suffisamment orné de sa parure naturelle, redoutaient fort, dans les soirées officielles, les regards trop attentifs des phrénologistes, craignant qu'une bosse accusatrice ne vînt déceler quelque penchant secret, connu d'eux, mais non du public.

» N'est-il pas curieux de voir qu'après un siècle la théorie de la localisation soit revenue en faveur? Charcot en était l'un des partisans les plus éminents, mais sous une autre forme, bien entendu.

» Laissez-moi vous rappeler un entretien que j'ai eu sur ce sujet avec lui.

» Il s'agissait d'une expérience bien curieuse, d'un singe insensibilisé par le chloroforme, somnolent, presque abruti, auquel on avait enlevé pendant ce sommeil de plomb une calotte latérale du crâne, pour mettre le cerveau à nu et permettre d'agir sur lui.

» Dans cet état une très légère excitation électrique pouvait réveiller les mouvements, et alors à ce pauvre animal insensible, en apparence hébété par le chloroforme, on disait : « Donnez-moi la main », et il avançait la main ; « Tournez la tête », et il tournait la tête ; « Remuez les lèvres, déplacez les jambes », et chacun des mouvements demandés était produit sous l'action directe d'un courant électrique léger sur telle ou telle partie latérale du cerveau, siège de la production de l'énergie nécessaire pour déterminer l'acte demandé.

» Messieurs, devant telle expérience on reste muet car elle est saisissante, presque confondu, et le fameux animal-machine de Descartes revient à la pensée. Oui, mais ce qui revient aussi à la pensée, c'est le célèbre vers de La Fontaine :

L'impression se fait, mais comment se fait-elle?

» On admet aujourd'hui des centres de localisation bien nets, très précis : c'est ainsi que le langage a son siège de production admis, par tous les médecins et physiologistes, ainsi que le centre du mouvement des bras et des jambes.

» Gall, s'il revenait, serait peut-être bien heureux de voir sa théorie des localisations reparaître, mais il ne pourrait guère s'en réjouir au point de vue de la cranioscopie, car rien n'indique à l'extérieur la bosse du centre producteur du mouvement ; bien au contraire, comme vous allez le voir.

» Il est certainement ici des personnes qui se sont apitoyées sur le sort de ce pauvre singe ; cependant, quelque cruelle que puisse paraître l'expé-

rience à laquelle il a servi, on peut dire qu'elle a son côté utile et même humain.

» Tout le monde connaît ce mal terrible, l'épilepsie, qui se traduit par d'horribles convulsions.

» Un médecin hardi, confiant dans les expériences des physiologistes, ne pouvait-il se demander si cette convulsion du bras ou de toute autre partie n'est pas causée par la pression légère d'une excroissance osseuse ou de toute autre chose développée ou gonflée, imitant par son action cette faible excitation électrique dont il vient d'être parlé? S'il en était ainsi, à l'aide d'une couronne de trépan, ne pourrait-on faire disparaître la cause de la maladie en enlevant la partie du crâne pressant sur le cerveau, justement en face de l'un de ces points où s'est localisé ce quelque chose qui détermine la convulsion de la bouche, du bras ou de la tête? Cette opération ne pourrait-elle pas conduire à la guérison de certaines formes de l'épilepsie?

» Il y a eu des cas où de telles opérations ont été suivies de succès; et tout dernièrement encore, dans une autre enceinte, on a présenté une jeune enfant, qui, ayant reçu un coup de feu dans la tête, eut une paralysie du bras droit et quelques accès d'épilepsie. La trépanation faite en face de ce point où est localisée la cause du mouvement du bras, en permettant la sortie des matières dues à la blessure, avait fait disparaître tous les accidents.

» Dès lors l'expérience, qui paraissait barbare, ne fournit-elle pas un argument bien fort en faveur des études de Physiologie comparée, et surtout une réponse victorieuse à ceux qui, avec une sensiblerie mal placée, veulent s'opposer aux *vivisections*, sous le vain prétexte de la protection des animaux?

» Je ne puis cesser de vous parler de Charcot sans vous répéter encore qu'une telle personnalité devra être étudiée plus complètement et sous tous ses points de vue. Pour le moment, contentons-nous de saluer de nos vifs regrets la disparition prématurée d'un Confrère dont on a pu dire à l'étranger : « La France a perdu un grand médecin ».

» Messieurs,

» Si nous avons fait des pertes aussi grandes et aussi douloureuses, félicitons-nous des recrues que nous ont amenées les élections :

» Parmi nos Associés, c'est Lister, le grand chirurgien anglais dont la célébrité est à nulle autre pareille : son pansement antiseptique a sauvé tant de malheureux opérés, a encouragé tant de chirurgiens habiles à en-

treprendre des opérations réputées naguère les plus redoutables, même impossibles, que ceux qu'une grave affection chirurgicale menace doivent bénir et invoquer son nom !

» Nordenskiöld, dont l'audace à rechercher les mers polaires a soulevé l'admiration des marins et de tout le monde savant.

» Nos Confrères élus dans l'année se trouvant au milieu de nous, il serait difficile, leur modestie s'effaroucherait, de faire leur éloge : qu'il me soit permis de leur exprimer notre affectueuse sympathie et de leur dire combien ils ont été les bienvenus parmi nous !

» De nos travaux, je n'en dirai rien non plus. Ils sont trop nombreux, et vous ne me pardonneriez même pas de vous en donner l'énumération; toutefois il est impossible de ne pas rappeler ici, dans cette séance publique, combien ont eu de retentissement les belles expériences qui vous ont été communiquées sur la production artificielle du diamant, production qui, dès aujourd'hui, avec la découverte du fluor, reste indissolublement liée au nom de notre jeune, sympathique et déjà illustre Confrère, M. H. Moissan. »

La parole est à M. Bertrand, pour faire connaître les prix décernés par l'Académie.

# PRIX DÉCERNÉS.

## ANNÉE 1893.

### GÉOMÉTRIE.

#### PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, Bertrand, Poincaré, Picard; Darboux, rapporteur.)

A l'unanimité la Commission décerne le prix Francœur à M. G. **Robin**, Docteur ès Sciences, Correcteur de première classe à l'Imprimerie nationale, pour l'ensemble de ses travaux sur la Physique mathématique.

## PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Poincaré, Hermite, Picard, Bertrand;
M. Darboux, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission du prix Poncelet pour l'année 1893 décerne le prix Poncelet à M. **G. Kœnigs**, pour l'ensemble de ses travaux en Géométrie et en Mécanique.

# MÉCANIQUE.

## PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, de Jonquières, Lévy, Sarrau;
Bouquet de la Grye, rapporteur.)

Le Ministère des Travaux publics, à l'occasion de l'Exposition de Chicago où il avait envoyé plusieurs modèles de phares, a fait paraître une brochure dans laquelle sont indiqués les divers perfectionnements apportés récemment à ces appareils.

Si la France, grâce aux travaux de Fresnel, a doté la marine d'un système de feux qui depuis soixante-dix ans est imité dans tous les pays, les améliorations qui pouvaient y être apportées ne semblaient pas devoir être essentielles, et effectivement l'introduction de la lumière électrique n'avait rien changé aux règles générales fixées par notre savant académicien, la puissance des intensités avait été augmentée sans que l'on songeât à changer la forme générale des appareils.

La constatation d'un phénomène physiologique étudié par plusieurs physiciens, entre autres Helmholtz et Charpentier, en montrant que la sensation de l'intensité lumineuse ne variait pas lorsque la durée diminuait jusqu'à n'être égale qu'à un dixième de seconde, a engagé l'ingénieur en chef du service des phares, M. **Bourdelles**, à proposer à son administration et à réaliser un système d'éclairage permettant d'obtenir avec une

même lumière des éclats incomparablement plus intenses, tout en diminuant le poids ainsi que le prix de l'appareil lenticulaire.

Si nous prenons un appareil ancien de premier ordre, offrant des éclats de minute en minute (comme ceux de Cordouan ou de Belle-Ile qui ont une intensité de 6199 carcels), nous voyons que son système dioptrique se compose de huit panneaux lenticulaires. La rotation de l'appareil, qui pèse plusieurs tonnes, se fait en huit minutes et la durée de l'éclat, qui dépend du diamètre et de la mèche, neuf secondes.

Si l'on pouvait diminuer de moitié le nombre des panneaux en doublant la vitesse de rotation, les éclats auraient encore lieu toutes les minutes, mais leur intensité serait doublée; si la rotation pouvait se faire en deux minutes ou en une minute en modifiant en conséquence le système optique et en employant des lentilles et des réflecteurs, la puissance du feu serait quadruplée ou multipliée par huit et l'on aurait encore des durées d'éclat incomparablement trop grands.

Malheureusement on ne peut faire tourner rapidement sur des galets un lourd appareil et, d'autre part, les marins trouvent que des éclats qui n'arrivent que toutes les minutes sont bien espacés pour prendre des relèvements. On a été ainsi amené, aussi bien pour éviter cet inconvénient que pour diversifier les feux, à augmenter le nombre des panneaux et à les porter à seize et même à vingt-quatre, pour avoir des éclats de vingt en vingt secondes. La puissance optique est alors diminuée dans le même rapport.

M. Bourdelles a résolu le problème de la rapidité de la rotation en plaçant son appareil sur un bain de mercure, solution analogue à celle qui a été adoptée pour la coupole de l'équatorial de Nice, et cette rotation a pu se faire en vingt secondes au lieu de huit minutes.

D'autre part, en prenant un système optique composé de deux zones lenticulaires, ou même d'une seule zone avec un réflecteur embrassant un angle de 180°, il a pu former un faisceau utilisant les deux tiers de l'intensité de la flamme au lieu de un dixième.

Les essais ont été étudiés par plusieurs Commissions et l'on a vérifié que la durée de l'éclat pouvait descendre sans inconvénient jusqu'à un quarantième de seconde sans que la sensation soit diminuée.

Les nouveaux feux permettent mieux que les anciens de prendre des relèvements à la mer.

L'emploi de la lumière électrique a été aussi réalisé dans les nouveaux appareils et la Commission des phares, à la suite des expériences, a ap-

prouvé la construction de neuf feux, dont quatre sont déjà en activité.

On est arrivé à faire dépasser à l'éclat de beaucoup sa portée géographique et à lui faire atteindre une puissance égale à quarante millions de bougies, chiffre vingt fois plus grand que celui obtenu antérieurement.

M. Bourdelles a apporté d'autres améliorations au service de l'éclairage et du balisage des côtes de France : il a réalisé l'emploi des feux permanents pour les tours balises et contribué à la construction des feux flottants et des bouées lumineuses ; mais ces améliorations disparaissent devant l'importance de la rénovation des appareils de nos phares, et c'est en considération des services que le nouvel éclairage rend à la Marine que la Commission accorde à M. **Bourdelles** un prix prélevé sur la somme donnée par ce département.

*Rapport de la Commission sur l'* « *Indicateur et contrôleur de la route au compas par repères lumineux* », *présenté par M.* Lephay, *lieutenant de vaisseau.*

(Commissaires : MM. de Bussy, Bouquet de la Grye, Lévy, Sarrau ; de Jonquières, rapporteur.)

Les navires à hélice ont une tendance à venir d'un bord, quand la mer est calme, sans brise, ni courants, avec la barre droite. Les forces extérieures peuvent contrarier cette tendance, ou l'aggraver. De là la nécessité d'une attention très soutenue et d'un contrôle incessant, qui sont très difficiles à obtenir, surtout pendant la nuit, pendant plusieurs heures de suite, l'une de la part de l'homme de barre, l'autre de celle de l'officier marinier qui le surveille, ou de l'officier dont la vigilance doit surtout se porter au dehors et dont il importe, par suite, que la vue se conserve aussi nette et perçante que possible, au lieu de venir fréquemment s'éblouir par de trop fréquentes alternatives de la lumière des roses et de l'obscurité du dehors.

La fixité de la route, très importante (cela se conçoit) pour des navires qui naviguent en escadre, ne l'est pas moins, à d'autres égards, pour ceux qui naviguent isolément, ou pour celui sur lequel se règle la route de l'escadre, aujourd'hui que la vitesse est double, ou même triple de ce qu'elle était communément jadis. Ainsi un paquebot filant 15 nœuds a, au bout de douze heures de nuit, un écart latéral de plus de 3 milles, pour chaque degré de déviation de la route. L'approximation dont on pouvait

se contenter avec des navires moins rapides et moins coûteux n'est plus acceptable aujourd'hui. Les boussoles, perfectionnées par Lord Kelvin, permettent de faire mieux, à condition qu'on suive exactement leurs si précieuses indications. Il importe donc d'améliorer le mode de gouvernement du navire pendant la nuit : tel est le but que s'est proposé M. Lephay, et qu'il a atteint à l'aide d'un dispositif simple et des plus ingénieux.

Voici sommairement en quoi il consiste.

Deux petits miroirs, l'un solidaire de la glace supérieure de la cuvette du compas, l'autre simplement posé sur la rose, reçoivent simultanément un pinceau de lumière émané d'une fente placée dans le tourillon avant, lequel est creux.

Les deux images *réfléchies* de cette fente viennent se peindre à l'intérieur de la cuvette.

Si elles coïncident, le navire est en route. Mais que celui-ci vienne à faire une embardée, aussitôt l'image réfléchie par le miroir mobile s'écarte, d'une quantité angulaire double, de l'image fournie par le miroir fixe.

Les deux traits lumineux sont visibles *de très loin*. Comme, avec cet appareil, l'éclairage ordinaire du compas *est supprimé*, l'officier et l'homme de barre n'ont plus les yeux éblouis par la vue (continue pour ce dernier) d'un disque lumineux, et, comme les écarts entre les index sont doubles des écarts *réels*, l'attention de l'homme de barre et de ses surveillants est constamment en éveil, et la manœuvre du gouvernail se fait, en temps utile, avec moins d'à-coups, nuisibles à la vitesse du navire autant qu'à la rectitude de la route.

Le compas à index lumineux de M. Lephay a été expérimenté à bord de quelques-uns de nos cuirassés, et y a réalisé pratiquement toutes les espérances qu'il faisait concevoir théoriquement. Il n'est ni trop délicat pour ceux qui sont appelés à s'en servir, ni au-dessus de leur intelligence. Son emploi supprime les causes d'erreur dues aux changements des hommes de barre, qui parfois se transmettent mal le cap à suivre, ou celles qui peuvent résulter d'une modification de courte durée, de 10° à 12°, dans la route, nécessitée par quelque circonstance extérieure inopinée, que l'officier peut ordonner et effectuer directement, sans y faire intervenir aucune indication relative à la boussole. Enfin il a été reconnu que l'officier de quart peut contrôler la route à distance, sans interrompre la surveillance qu'il exerce à l'extérieur. Bref, tous les *desiderata* sont obtenus.

Ces conclusions favorables, émises sur un appareil d'un usage si important pour la marine, et dont la conception dérive de principes scientifiques judicieusement appliqués, portent la Commission à décerner à M. le lieutenant de vaisseau **Lephay** un prix de *douze cents francs* prélevé sur les *six mille francs* que le Département de la Marine met à la disposition de l'Académie des Sciences.

La même Commission décerne un prix de *deux mille quatre cents francs*, prélevé sur le même fonds, à M. le capitaine de frégate **de Fraysseix**, pour son système de pointage optique.

## PRIX MONTYON (MÉCANIQUE.)

(Commissaires : MM. Lévy, Sarrau, Resal, Deprez; Boussinesq, rapporteur.)

La publication, il y aura bientôt deux ans, du Volume consacré à l'*Hydraulique* dans l'*Encyclopédie des Travaux publics* fondée par M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées Lechalas, ne pouvait manquer d'appeler notre attention sur son auteur, M. l'Inspecteur général **Flamant**, tant l'esprit éminemment pratique ou concret, non moins que scientifique, de ce Volume, frappa aussitôt les hydrauliciens.

L'Académie connaissait et appréciait depuis bien des années déjà, en M. Flamant, le zélé collaborateur de M. de Saint-Venant. En effet, le vénéré et infatigable ancien Doyen de votre Section de Mécanique, ayant remarqué en 1872, dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, une analyse brève mais extrêmement lucide des travaux de Macquorn-Rankine sur l'équilibre limite des terres sans cohésion, voulut en connaître l'auteur, qui n'était autre que M. Flamant, et lui proposa peu après, pour un certain nombre de travaux dont le projet le préoccupait, cette association, qui a été si utile au maître, en lui permettant de les accomplir, et si fructueuse pour le disciple, par son initiation aux vues d'une pensée éminente et par le fortifiant exemple quotidien d'une activité intellectuelle sans relâche en plein âge du repos. MM. de Saint-Venant et Flamant ont ainsi publié, successivement, une traduction, annotée, du Mémoire de Rankine sur la stabilité de la terre sans cohésion, deux Mémoires sur les vitesses que prennent, dans l'intérieur d'un vase, les divers éléments d'un liquide pendant son écoulement par un orifice inférieur, un Mémoire sur la détermination et la représentation graphique du choc longitudinal d'une tige ou barre prismatique,

enfin et surtout, la traduction, *annotée*, de la *Théorie de l'élasticité des solides*, de Clebsch, œuvre considérable, d'une grande richesse d'idées et de faits sur la résistance tant statique que dynamique des solides, véritable mine de problèmes et de solutions dues en majeure partie aux traducteurs et annotateurs.

Cette collaboration s'est même, en quelque sorte, continuée après la mort de M. de Saint-Venant, par la publication posthume d'un Mémoire remarquable de celui-ci *Sur les théorèmes de la Mécanique générale*, d'un autre Mémoire *Sur les diverses manières de poser les équations du mouvement varié des eaux courantes*, d'une traduction de la *Théorie des vagues* (de Franz von Gerstner), de *Recherches* multiples *sur les ondes*, complétées en bien des endroits par M. Flamant seul, enfin des *Courbes représentatives du choc longitudinal et du choc transversal d'une barre prismatique*, dont M. Flamant a fourni seul le texte.

M. Flamant a publié, en outre, un certain nombre d'études personnelles intéressantes sur divers sujets de Mécanique appliquée, notamment un Mémoire *De l'influence des courbes et de la section transversale des canaux sur la vitesse de marche des bateaux*; divers Mémoires et des Tables numériques sur la poussée des terres; une étude expérimentale *Sur la résistance, à l'écrasement, des pierres partiellement chargées*; deux importants Mémoires concernant, l'un, les débits des tuyaux de conduite et les meilleures formules propres à représenter ceux qu'ont observés les divers expérimentateurs, l'autre, l'*Influence, sur la flexion des poutres, de la position superficielle de la charge*; etc.; enfin, dans l'*Encyclopédie des Travaux publics*, de M. Lechalas, les deux volumes relatifs à la *Mécanique générale* et à la *Résistance des matériaux*, et celui d'*Hydraulique* dont l'esprit pratique, non moins que l'utilité, ont été si remarqués des ingénieurs.

Votre Commission, heureuse de constater le mérite de ces nombreux travaux, les services qu'ils ont rendus et sont destinés à rendre à la Mécanique appliquée et à sa diffusion, se souvenant aussi, avec reconnaissance, de la collaboration dévouée de leur modeste auteur aux Mémoires, surtout posthumes, de M. de Saint-Venant, juge, à l'unanimité, devoir le récompenser et l'encourager à poursuivre son œuvre utile : elle décerne, en conséquence, le prix Montyon de Mécanique à M. **Flamant**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. de Bussy, Resal, Sarrau, Léauté; Maurice Lévy, rapporteur.)

*Rapport sur les travaux de M.* Lebasteur.

Lorsqu'en 1873, M. **Lebasteur**, Ingénieur des constructions navales, obtenait de M. le Ministre de la Marine un congé pour entrer au service de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, les cahiers des charges afférents aux fournitures du matériel de la Compagnie étaient très sommaires. On se bornait, ou peu s'en faut, à stipuler que les matières employées devraient être « de première qualité ». M. Lebasteur fut chargé d'établir des cahiers des charges descriptifs fondés sur les divers éléments qui contribuent à la résistance des matières premières employées.

Mais il ne suffisait pas de poser des principes et des conditions de résistance sur le papier. Il fallait créer des moyens matériels de vérifier qu'ils étaient remplis. Dans ce but, M. Lebasteur a créé, pour la Compagnie, le premier grand atelier d'essais des métaux qui ait été fait en France, le seul, avec celui de l'administration des Ponts et Chaussées, qui y existe encore aujourd'hui et l'un des premiers qui aient été fondés. Il renferme un grand nombre d'appareils remarquables, parmi lesquels nous citerons notamment le *Dynamomètre hydraulique*, qui permet de mesurer avec précision des efforts considérables, allant jusqu'à $100\,000^{\text{kg}}$ au besoin.

Cet appareil, qui a été depuis adopté par la Marine nationale et dont il existe un grand nombre de reproductions, est peut-être celui qui permet de mesurer avec le plus de commodité les efforts de cette importance.

La grande Commission des méthodes d'essais récemment instituée près le Ministère des Travaux publics, a été d'avis qu'il convenait d'en recommander l'emploi pour la vérification des machines à essayer les métaux.

M. Lebasteur s'est rendu particulièrement utile dans cette Commission. Il lui a présenté un rapport sur l'élasticité en général; un autre sur l'essai des rivets, dont les garanties de solidité et de durée préoccupent tant les constructeurs depuis qu'on a reconnu que c'est à leurs défauts qu'on doit bien souvent les accidents qui arrivent aux ouvrages d'art.

En collaboration avec M. Arnould, M. Lebasteur a encore adressé à la Commission un rapport sur les machines à essayer les métaux.

Une Note sur l'atelier des essais de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a été insérée par lui aux *Annales des Ponts et Chaussées* en novembre 1892. Enfin, à l'Exposition de 1878, il avait été chargé par le jury international du rapport sur les produits de l'exploitation des mines et la Métallurgie.

Nous nous sommes occupés jusqu'ici des travaux de M. **Lebasteur** au point de vue de leur influence sur l'art des constructions métalliques en général; mais ils ont exercé aussi une influence marquée sur les progrès de la marine. Ses méthodes, en effet, s'appliquent à l'essai des chaînes, des câbles, des cordes, des tours, de blindage, à l'essai des matériaux employés dans les machines marines aussi bien que dans les machines locomotives. Son dynamomètre d'ailleurs, comme nous l'avons dit, a été adopté par la Marine nationale. Par tous ces motifs, votre Commission lui décerne le prix Plumey.

## PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Lévy, Sarrau, Resal, Boussinesq;
Léauté, rapporteur.)

L'Académie avait donné comme sujet de ce prix :

*Étude historique, théorique et pratique sur la rupture des volants.*

Un seul Mémoire a été soumis à l'examen de la Commission et il est loin de répondre d'une façon complète à la question posée.

Le problème de la rupture des volants, l'un des plus importants qui se rencontrent dans la Mécanique pratique, est en même temps l'un des plus difficiles à traiter par l'analyse; le travail de M. **Brousset** ne contient même pas un essai de théorie.

Cependant ce travail, qui n'est pas sans valeur, a fixé dans une certaine mesure l'attention de la Commission.

M. Brousset, qui a déjà obtenu en 1891 l'un des prix Montyon de l'Académie des Sciences pour une ingénieuse lampe à souder, est un ouvrier, mais un ouvrier intelligent et très au courant des choses de la pratique; ne pouvant aborder le problème par la théorie, il s'est placé uniquement au point de vue des applications et a remplacé l'étude que demandait

l'Académie sur les ruptures de volant par l'indication d'un procédé qui permet dans certains cas de les éviter.

Ce procédé consiste à rendre le volant fou sur l'arbre et à caler sur cet arbre un plateau appliqué contre le volant et rendu solidaire avec lui par un certain nombre de chevilles de bois. On conçoit le fonctionnement d'un pareil assemblage; si, pour une cause quelconque, le travail résistant dépasse une certaine valeur maxima fixée *a priori*, l'effort qui en résulte entre le plateau et le volant produit la rupture des chevilles et le volant devient fou sur l'arbre. On a ainsi un moyen, par la section des chevilles et par leur nombre, de maintenir dans les limites que l'on veut les efforts qui s'exercent entre l'arbre et le volant.

Le procédé de M. Brousset a été appliqué dans l'industrie et a donné de bons résultats; il est simple, peu coûteux, facilement applicable et susceptible, dans quelques cas, de rendre d'utiles services; aussi la Commission, bien que le Mémoire de M. **Brousset** soit très loin de répondre au programme qu'elle avait tracé, propose-t-elle à l'Académie de donner à cet inventeur un encouragement.

---

## ASTRONOMIE.

### PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Wolf, Janssen;
Tisserand, rapporteur.)

M. **Schulhof** est connu depuis longtemps par ses belles recherches sur les comètes, et personne ne nous contredira si nous disons que, dans cette branche de l'Astronomie, il s'est placé à l'un des premiers rangs.

Dans la seule année 1892 il a reconnu la périodicité de deux comètes quelques jours après leur découverte, et c'est grâce à ses calculs que l'on a pu retrouver sans peine la comète Finlay à sa seconde apparition, cette année même.

Il convient d'entrer dans quelques détails sur ces trois sujets.

1° La comète 1892 V a été découverte par M. Barnard sur un cliché pho-

tographique obtenu après une pose de quatre heures; c'est la première découverte faite de cette façon. La comète avait si peu d'éclat qu'elle aurait pu échapper aux recherches visuelles. On sait d'ailleurs que les comètes à courte période sont généralement très faibles : il est donc important d'attirer promptement l'attention des astronomes sur le caractère elliptique de leur orbite, pour les engager à poursuivre les observations jusqu'à l'extrême limite de visibilité. Or un intervalle de cinq jours d'observations a suffi à M. Schulhof pour prouver l'impossibilité d'une orbite parabolique, et, à l'aide d'observations n'embrassant que neuf jours, il a pu fixer la période de $6^{ans},3$, se trompant de moins de deux mois sur la durée de cette période. M. Schulhof a signalé en même temps le fait important que la nouvelle comète a une liaison intime avec la comète périodique de Wolf, de sorte que les deux astres doivent être des fragments d'une ancienne comète, dont la division remonterait au moins à 1840. C'est un cas nouveau à rapprocher des phénomènes de division constatés dans la comète de Biéla, dans la grande comète de 1882, et dans la comète Brooks de 1889.

2° La comète Holmes a surpris les astronomes par les variations subites de son éclat. A l'aide d'observations n'embrassant que six jours, M. Schulhof a mis en évidence la périodicité (période de $6^{ans},9$), et une excentricité très faible pour une comète. L'orbite ressemble en effet à celles de plusieurs petites planètes, et c'est une nouvelle surprise pour les astronomes. On aurait dû la voir dans ses apparitions précédentes; c'est sans doute aux variations d'éclat dont elle nous a fourni un exemple frappant qu'on doit de ne pas l'avoir aperçue antérieurement.

3° La comète périodique découverte par Finlay en 1886 présentait un intérêt de premier ordre. M. Schulhof pensait en effet qu'elle pouvait être identique à la célèbre comète de Lexell. Aussi a-t-il calculé avec beaucoup de soin l'époque de son retour en 1893; il a obtenu une justification éclatante de ses calculs, car il ne s'était trompé que de douze heures sur la durée de la révolution. De nouvelles recherches sont encore nécessaires pour décider si cette comète est bien identique à celle de Lexell.

Prenant en considération l'importance des travaux de M. **Schulhof**, la Commission lui décerne le prix Lalande.

## PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Wolf, Janssen; Tisserand, rapporteur).

M. **Berberich** est l'auteur de travaux estimés. On lui doit en particulier un essai intéressant sur la détermination de la masse totale et du nombre des petites planètes comprises entre Mars et Jupiter, et une étude curieuse des variations d'éclat de la comète d'Encke dans ses diverses apparitions.

Mais M. Berberich est en outre un calculateur très habile et réellement infatigable. Il a commencé par des orbites d'étoiles doubles et continué par des calculs sur les comètes. On peut dire que, dans ces dix dernières années, il a calculé les orbites de plus de la moitié des comètes apparues dans cet intervalle. Son nom reste attaché aux calculs concernant quatre comètes périodiques.

Les calculs que M. Berberich a consacrés aux astéroïdes ont cependant attiré encore davantage l'attention de la Commission. C'est que les découvertes se sont multipliées dans une singulière proportion depuis l'application de la Photographie. M. Berberich a fait, à lui seul, durant ces trois dernières années, une grande partie des calculs qui permettront de retrouver ces petits astres dans les apparitions suivantes. Quelques-uns d'entre eux promettent d'être très intéressants; il y en a un notamment, découvert cette année à l'observatoire de Nice par M. Charlois, et qui, à un moment donné, pourra se rapprocher beaucoup de Jupiter, plus qu'aucun des précédents; de sorte que l'étude de son mouvement conduira à une détermination très précise de la masse de Jupiter.

La Commission décerne le prix Valz à M. **Berberich**.

## PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Tisserand, Lœwy; Janssen, rapporteur.)

M. **Langley (Samuel)**, astronome physicien, ancien directeur de l'observatoire d'Alleghany et secrétaire de la Smithsonian Institution à Washington,

est un des savants les plus éminents de l'époque actuelle et celui qui a fait faire à la Physique solaire les plus importants progrès.

La Science lui doit les plus belles études sur la constitution de la surface solaire et la distribution de la chaleur et de la lumière à la surface du disque, ce qui le conduisit à fixer la nature du pouvoir absorbant de l'atmosphère solaire.

Il détermina ensuite le pouvoir émissif pour la lumière des noyaux des taches, qu'il reconnut être plus de cinq mille fois plus grand que celui de la Lune. M. Langley s'est aussi occupé de la température du Soleil, et sa détermination, tout en assignant à cette température une valeur très élevée, supérieure à celle de la fusion du platine, supérieure même à celle assignée par M. Violle, reste cependant dans les limites admissibles par des physiciens et ne se chiffre pas par des centaines de mille degrés, comme l'avait imaginé le P. Secchi.

Mais le travail le plus important et le plus remarquable de M. Langley est celui qui se rapporte à la distribution de la chaleur dans le spectre normal du Soleil et à l'influence exercée sur cette distribution par les atmosphères solaire et terrestre.

Ces belles études, exécutées sur une très haute station et à l'aide d'un instrument d'une sensibilité extrême inventé par l'auteur, ont conduit l'auteur à classer notre Soleil, au point de vue de sa couleur et de sa température, dans l'ensemble des étoiles et ont fait époque dans la science.

Depuis, M. Langley s'occupe d'importantes études sur la résistance opposée par les gaz, et l'air en particulier, aux corps en mouvement, études faites en vue des progrès de l'aviation.

L'ensemble de ces longues et belles études a valu à M. **Langley** une grande et légitime réputation dans le monde savant. Il est Correspondant de notre Académie depuis 1888.

Il était désigné à nos suffrages pour le prix d'Astronomie physique.

# PHYSIQUE.

## PRIX LA CAZE (PHYSIQUE).

(Commissaires : la Section de Physique et MM. Bertrand, Sarrau; Cailletet, rapporteur.)

Le prix La Caze (Physique), que l'Académie décerne tous les deux ans, est attribué cette année, par votre Commission, à M. **E.-H. Amagat**.

Les nombreux et intéressants travaux publiés par M. Amagat sont relatifs, pour la plupart, à l'étude des propriétés des gaz et des liquides soumis à de hautes pressions. Une grande partie de ces travaux ont été exécutés loin de Paris et, par conséquent, loin des ressources de toute nature que les savants trouvent dans un grand centre intellectuel scientifique.

Malgré ces difficultés, M. Amagat, en créant de nouveaux appareils, ou en adaptant aux exigences de ses recherches des appareils déjà connus, put aborder de nombreuses questions d'un réel intérêt, dont il a successivement présenté les résultats à l'Académie.

Le premier travail de M. Amagat, relatif à l'influence de la température sur les écarts de la loi de Mariotte, date de 1869; puis il entreprit l'étude de la compressibilité de l'air sous de faibles pressions.

Plus tard, pour arriver à mesurer les hautes pressions auxquelles il soumettait les gaz et les liquides, M. Amagat dut recourir à des manomètres spéciaux; il fit construire à Lyon et dans un puits de mine à Saint-Étienne un manomètre à air libre, analogue à celui qui avait déjà servi pour des recherches sur les gaz, exécutées à Châtillon-sur-Seine, et antérieurement soumises au jugement de l'Académie par l'un de nos confrères.

Jusque-là les expériences de M. Amagat n'avaient pu dépasser $400^{atm}$; pour opérer à des pressions plus élevées, il dut modifier un manomètre inventé par M. Gally-Cazalat et fondé sur le principe de la presse hydraulique, ce qui permet de ramener la mesure de pressions très élevées à celles de pressions directement mesurables par les procédés habituels. Déjà notre confrère M. Marcel Deprez avait indiqué comment, dans des appa-

reils analogues, on peut supprimer la membrane, cuir embouti ou autre, et la remplacer par une couche d'eau très mince.

Pour perfectionner ces appareils, M. Amagat employa, au lieu de l'eau, qui est trop fluide, de l'huile de ricin et de la mélasse. Grâce à cet artifice, il put comprimer des gaz et des liquides à des pressions voisines de 3000$^{atm}$.

Quant à la mesure des volumes occupés par les gaz ou les liquides ainsi comprimés, mesures rendues difficiles dans les conditions de l'expérience, M. Amagat les obtint soit par la méthode des contacts électriques, déjà utilisée par M. Tait, soit par la lecture directe faite à travers des cylindres de verre ou de quartz, dont s'était servi M. le D$^{r}$ Regnard dans ses remarquables recherches physiologiques. M. Amagat a étudié ainsi l'air, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, l'acide carbonique et l'éthylène; il a appliqué la même méthode à la mesure de la dilatation et de l'élasticité de douze liquides, et, en particulier, de l'eau, des divers alcools, des éthers, du sulfure de carbone, du chlorure de phosphore, etc.

C'est aussi par les mêmes procédés que M. Amagat a constaté et mesuré la variation que subit le maximum de densité de l'eau sous des pressions très élevées

Les nombres ainsi obtenus ont été réunis dans 70 Tableaux, qui constituent des documents importants pour les études théoriques.

L'intérêt de ce genre de recherches est en effet considérable.

Après les travaux d'Arago, de Pouillet, de Regnault, il y avait entre les gaz et les liquides une différence qui semblait essentielle, et ce sont les mémorables travaux d'Andrews qui nous ont permis de comprendre comment la matière peut passer d'une manière continue de l'état gazeux à l'état liquide.

Si donc il nous était donné de pénétrer dans la nature intime de ces fluides, l'influence de la pression et de la température devrait être représentée par une loi unique, embrassant les deux états.

La recherche de cette loi, objet des travaux de Clausius, de Van der Waals, de Sarrau, est loin d'être terminée.

L'importance de ces études est donc incontestable; elles doivent conduire à l'établissement de la théorie des gaz, que l'on ne pourra fonder qu'en s'appuyant sur des recherches analogues à celles que l'Académie récompense aujourd'hui en attribuant à M. Amagat le prix La Caze.

# STATISTIQUE.

## PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

(Commissaires : MM. Bertrand, le général Favé, Haton de la Goupillière; vice-amiral de Jonquières et le baron Larrey, rapporteurs.)

La Commission du prix Montyon (Statistique) a dû, avec regret, écarter tout d'abord du concours, malgré sa valeur réelle, un travail important, examiné par M. Haton de la Goupillière, mais ne pouvant, par sa nature, entrer dans les conditions posées par la fondation elle-même.

Un seul Mémoire, examiné par M. le vice-amiral de Jonquières et adressé à l'Académie par M. le Dr Mauricet, de Vannes, *Sur les poids et mesures de Bretagne,* fait dire à son rapporteur :

« . . . . . Une analyse détaillée de ce travail aride serait ici sans intérêt. Bornons-nous à dire qu'il sera un utile appoint pour une œuvre d'ensemble, si on l'entreprend, qui s'étendrait, pour le même objet, à la France entière.

» Mais la Commission, ajoute M. de Jonquières, tout en sachant gré à l'auteur de ses efforts, dont il a la modestie de ne pas se déclarer entièrement satisfait, est d'avis que son Mémoire offre plutôt un intérêt historique que statistique, et qu'il est beaucoup moins de la compétence de l'*Académie des Sciences* que du ressort de l'*Académie des Sciences morales et politiques,* à laquelle elle croit devoir le renvoyer, en le recommandant à son attention. »

La Statistique médicale a pris rang, cette année, avec beaucoup de distinction; elle s'est même restreinte à la Médecine militaire, sur des sujets différents, presque tous manuscrits.

Les nos 2 et 3, notamment, offrent chacun un développement considérable : l'un de M. le Dr Richard, médecin-major d'artillerie, sur le *département du Doubs;* l'autre, de M. le Dr G. Carlier, médecin-major du train, sur *la ville d'Évreux,* présentant tous les deux des tableaux, des tracés géographiques et des schémas intercalés dans le texte. Le mérite de ces deux

ouvrages, encore inédits, nous faisait espérer une récompense pour chacun de leurs auteurs, mais il n'y a plus à y prétendre pour cette année.

Le prix Montyon de Statistique est dévolu sans partage à M. le Dr **Marvaud**, médecin en chef de l'hôpital militaire de Villemanzy, à Lyon, pour son ouvrage remarquable sur *Les maladies du soldat, Étude étiologique, épidémiologique, clinique et prophylactique,* formant un volume grand in-octavo de 850 pages, adressé d'abord à l'Académie des Sciences, pour la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, mais transmis ensuite, sur la demande même de l'auteur, à la Commission de Statistique.

## CHIMIE.

### PRIX JECKER.

(Commissaires : La Section de Chimie;
M. Friedel, rapporteur.)

*Rapport sur les travaux de M.* de Forcrand, *professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.*

M. **de Forcrand** a débuté par des recherches très intéressantes et très délicates sur les hydrates que forment divers gaz ou composés très volatils, tels que l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène sélénié, le chlorure et l'iodure de méthyle. Malgré les grandes difficultés de ces travaux, résultant de l'extrême instabilité des composés nouveaux formés à basse température ou sous pression, M. de Forcrand est arrivé à fixer leur composition, leur tension de dissociation, leur chaleur de formation, en précisant les conditions dans lesquelles ils se produisent ou se décomposent.

A la suite de ces premiers travaux et suivant un autre ordre d'idées, M. de Forcrand a entrepris de préparer à l'état de pureté un grand nombre d'alcoolates et de phénolates alcalins, correspondant aux principaux types connus, et de mesurer l'énergie développée par la substitution des métaux à l'hydrogène du groupe hydroxylé des alcools et des phénols, en se ser-

vant des méthodes et des procédés imaginés et vulgarisés par M. Berthelot.

Ces recherches comprennent surtout des dérivés sodiques; il importait en effet, pour rendre les comparaisons possibles entre les énergies développées par divers groupes de composés similaires ou voisins, de choisir un même métal.

Parmi les alcools monohydroxylés, M. de Forcrand a étudié les alcools $C^nH^{2n+2}O$ depuis la valeur $n = 1$ jusqu'à $n = 5$. Le glycol éthylénique, la glycérine, l'érythrite, la mannite lui ont fourni les éléments d'investigation se rapportant aux alcools bi, tri et polyvalents.

En ce qui concerne les phénols, M. de Forcrand a fixé son attention sur le phénol ordinaire, les trois benzines bihydroxylés (ortho, méta et para) et le pyrogallol ou phénol trihydroxylé.

En comparant les chaleurs dégagées par la substitution du sodium à l'hydrogène alcoolique ou phénolique dans ces divers groupes de composés, M. de Forcrand est arrivé à cette conclusion imprévue et très simple que la valeur de la fonction alcoolique primaire est sensiblement constante et exprimée par + 32 calories; ce qui rapproche cette fonction de celle de l'eau.

Pour les alcools secondaires, cette valeur est un peu plus faible et égale à + 30 calories; celle des alcools tertiaires est de + 28 calories. Les phénols donnent + 39 calories; tandis que les véritables acides en donnent au moins + 50.

M. de Forcrand a donc eu le mérite de préciser, par des nombres définitifs, les notions que l'on possédait jusqu'à lui, touchant l'énergie acide des alcools et des phénols, comparée à l'énergie des acides, et il a montré, de plus, que cette énergie constante pour une même classe d'alcools variait un peu suivant que le groupe OH était lié à un groupe $CH^2$ ou à un groupe CHR ou encore à un groupe $CR^2$.

La préparation du matériel nécessaire à ces déterminations thermochimiques a permis à l'auteur d'isoler, dans beaucoup de cas, des produits intermédiaires et des combinaisons moléculaires, analogues aux hydrates saturés.

L'importance des conclusions auxquelles est arrivé M. de Forcrand, la méthode suivie avec persévérance en vue d'atteindre un but général et les difficultés très grandes qu'il a rencontrées et qu'il a su vaincre, justifient le choix de votre Section de Chimie qui vous propose de décerner à M. DE FORCRAND la moitié du prix Jecker.

*Rapport sur les travaux de M.* Georges Griner;

L'étude consciencieuse et détaillée des cas d'isomérie que présentent les composés organiques est la pierre de touche des théories par lesquelles on cherche à représenter la constitution de ces corps.

C'est aux nombreuses vérifications qui ont été faites des formules fondées par M. Kékulé et par Couper sur la quadrivalence du carbone et sur la faculté que possède cet élément de se saturer partiellement lui-même et des isoméries qu'elles permettent de prévoir, que ces formules doivent la confiance avec laquelle elles sont maintenant universellement employées.

C'est, d'autre part, à la nécessité d'expliquer des isoméries d'un ordre différent, ne pouvant pas être interprétées par les formules de saturation construites dans le plan, qu'est due la naissance de la Stéréochimie. Celle-ci, imaginée d'abord par MM. Le Bel et Van't Hoff, uniquement pour rendre compte de ce qu'on avait appelé des *isoméries physiques*, c'est-à-dire de l'existence de composés ayant, avec la même composition et des propriétés chimiques identiques, des pouvoirs rotatoires opposés, s'est trouvée par surcroît fournir aussi d'une manière logique et satisfaisante l'interprétation d'isoméries d'une autre nature, qui se rencontrent dans un certain nombre de composés éthyléniques et de composés cycliques.

M. **Griner** a eu le mérite de comprendre l'importance que présente la vérification expérimentale de ces théories, même après les admirables travaux de M. de Baeyer sur les hydrures des composés à chaîne fermée et de M. E. Fischer sur les sucres, et le courage de consacrer à cette vérification plusieurs années d'un travail assidu qui ne s'est laissé rebuter par aucune difficulté.

Préparé comme il l'était par des études chimiques sérieuses, commencées sous la direction d'un maître illustre qui unissait à un goût prononcé pour la théorie la plus grande sévérité expérimentale, il ne pouvait manquer d'arriver à des résultats d'un haut intérêt.

M. Griner s'est proposé de reprendre, avec l'aide des lumières pouvant être jetées sur la question par la Stéréochimie, l'étude des hydrocarbures non saturés en $C^6$.

Commençant par le biallyle (hexadiène 1,5), dont la découverte est due à MM. Berthelot et de Luca, et sur lequel tant de recherches avaient déjà été faites, il réussit à montrer que, contrairement à l'opinion de M. Sa-

banejew et comme l'avaient admis, sans le démontrer d'ailleurs, MM. Ciamician et Anderlini, l'hydrocarbure préparé suivant les procédés habituels est unique. Il fournit bien, par fixation de 4 atomes de brome, deux tétrabromures distincts; mais ceux-ci sont des isomères stéréochimiques, dont la théorie permet de prévoir l'existence et dont l'un doit être un composé inactif par nature, l'autre étant un racémique.

La fixation de l'acide iodhydrique donne deux diiodhydrates, qui présentent des relations analogues.

Le monoiodhydrate de biallyle, traité par la potasse alcoolique, fournit un hydrocarbure isomérique avec le biallyle que M. Griner désigne par le nom d'*allylpropényle* (hexadiine 1,4) et qui se présente sous deux formes isomériques, ainsi que sa constitution permet de le prévoir. Il donne deux bromures isomériques, qui sont tous deux racémiques.

Si c'est le diiodhydrate de biallyle que l'on traite par la potasse alcoolique, on obtient un nouvel hydrocarbure, isomérique avec les deux précédents, le dipropényle (hexadiine 2,4); celui-ci fournit trois tétrabromures, constituant autant d'isomères stéréochimiques.

Passant aux hydrocarbures $C^6H^6$, isomériques par conséquent avec le benzène, M. Griner a fait voir que le bipropargyle (hexadiine 1,5), tel qu'on l'obtient par l'action de la potasse alcoolique sur l'un ou l'autre des tétrabromures de biallyle, n'est pas un composé unique, mais renferme, à côté du bipropargyle, un hydrocarbure isomérique, l'allylénylallylène (hexadiine 1,4), qui provient de la transformation du bipropargyle par l'action de la potasse alcoolique, et qu'il est d'ailleurs parvenu à obtenir à l'état de pureté, en partant des tétrabromures d'allylpropényle.

Il a découvert encore un autre hydrocarbure isomérique, fort intéressant par ses propriétés, le diméthylbiacétylène (hexadiine 2,4), qui est solide, fond à 64° et ne fournit pas, comme les deux précédents, de combinaisons métalliques. Il ne donne, ainsi que c'était prévu, qu'un seul tétrabromure.

M. Griner l'a obtenu par deux procédés entièrement différents et rationnels tous deux : d'une part, par l'action de la potasse alcoolique sur les tétrabromures de bipropényle, qui ne fournissent que ce seul composé; d'autre part, par l'oxydation de l'allylénure cuivreux.

L'hydratation de cet hydrocarbure donne une β-dicétone, capable d'agir sur les sels de cuivre, en fournissant une combinaison caractéristique.

Une partie des expériences précédentes avaient évidemment pour but final la synthèse d'un alcool hexatomique. N'ayant pas réussi dans cette

voie, M. Griner en a tenté une autre, qui ne l'a pas davantage conduit à la synthèse cherchée, mais lui a fourni, comme les précédents essais, nombre de résultats importants.

L'hydrogénation de l'acroléine, dans des conditions particulières soigneusement étudiées, lui a donné, par une réaction analogue à celle qui fournit la pinacone, un corps à la fois glycol et hydrocarbure diéthylénique.

Celui-ci, qui théoriquement peut exister sous deux formes isomériques, l'une inactive, l'autre racémique, paraît, d'après toutes ses propriétés, être un composé unique et n'a pu être dédoublé. C'est probablement la forme inactive. Par addition de brome, on obtient trois tétrabromures isomériques, ainsi qu'on pouvait le prévoir, étant donné que le glycol est inactif. Deux de ces isomères sont inactifs; le troisième doit être racémique.

L'addition de l'acide hypochloreux transforme le glycol en une dichlorhydrine d'alcool hexatomique, différente de celle obtenue par M. Bouchardat avec la mannite. Il semblait que de là il dût être facile de remonter à la mannite, ou à un isomère; des difficultés pratiques ont empêché jusqu'ici la réalisation de cette transformation, qui aurait eu tant d'intérêt.

M. Griner a été plus heureux à cet égard dans une autre série et en suivant des procédés tout à fait différents, mais en profitant de l'expérience qu'il avait acquise dans ses précédentes recherches.

Il s'est proposé de remonter du divinyle (ou butadiène 1,3) à l'érythrite, alcool tétratomique non encore reproduit. Le divinyle peut être obtenu par la réduction de l'érythrite à l'aide de l'acide formique. Il se trouve aussi dans les produits de condensation du gaz comprimé; il a d'ailleurs été fait de toutes pièces par M. Berthelot. Ce carbure, qui est unique, bout à 1°; traité avec précaution par le brome, il donne deux tétrabromures isomériques fondant l'un à 116°, l'autre à 39°; mais, de ces bromures, on ne réussit pas à remonter aux alcools correspondants.

On y arrive, par contre, en suivant la voie détournée que voici : on fixe seulement deux atomes de brome sur le divinyle; on obtient ainsi un bibromure liquide instable (bouillant à 74° sous $26^{mm}$ de mercure), qui se transforme lentement à froid, rapidement à 100°, en un isomère solide, bouillant à 92-93° sous $15^{mm}$ et fondant à 53-54°.

Ce bibromure, traité par l'acétate d'argent en présence d'anhydride acétique à 125-130°, a fourni une diacétine saturée, fixant facilement le brome et donnant une bromodiacétine, qui perd tout son brome par l'action de l'acétate d'argent. Il se produit ainsi une tétracétine, qui est identique avec celle fournie par l'érythrite naturelle, ainsi que le prouvent ses propriétés

et la transformation qu'elle subit en étant saponifiée par l'eau de baryte : elle donne l'érythrite avec sa forme cristalline caractéristique.

M. Griner a donc obtenu dans ces conditions une érythrite inactive, identique avec celle de la nature. Il ne s'est pas borné là : conduit à supposer que, dans les opérations à température assez élevée qu'il avait faites, il pouvait y avoir eu transposition moléculaire et formation d'un dérivé autre que celui correspondant réellement à la dibromodiacétine primitive, il s'est efforcé de chercher une voie qui lui permît d'opérer à basse température et par suite de modifier le moins possible le groupement primitif.

Au lieu de transformer les deux dibromodiacétines que l'on peut obtenir en partant du divinyle en tétracétines par la réaction de l'acétate d'argent, ce qui exige l'emploi d'une température assez élevée, on peut arriver aux alcools tétratomiques, par la conversion des dibromhydrines en dioxydes par l'action de la potasse sèche. L'hydratation de ces oxydes par l'action de l'eau au-dessous de 100° donne les alcools correspondants. L'une des dibromhydrines, celle provenant du bibromure liquide dans lequel se transforme le bibromure instable, en même temps qu'en bibromure solide, donne, dans ces conditions, un oxyde identique avec celui décrit par M. Przibitek et conduisant à l'érythrite ordinaire.

L'autre, dérivée du bibromure solide, conduit à un oxyde différent du précédent par son point d'ébullition, par son point de fusion et par toutes ses propriétés. Par hydratation, il fournit un alcool tétratomique, isomérique avec l'érythrite. C'est en effet un corps fondant à 72°, cristallisant en houppes soyeuses très solubles dans l'eau. Il fournit une tétracétine différente de celle de l'érythrite.

Si M. Griner a pu préparer une quantité de ce nouvel alcool tétratomique suffisante pour bien déterminer ses propriétés et établir son isomérie avec l'érythrite, il n'en a pas eu jusqu'ici à sa disposition la proportion beaucoup plus grande nécessaire pour pouvoir le dédoubler par fermentation, ou pour pouvoir montrer qu'il fournit par oxydation l'acide racémique, comme l'érythrite fournit l'acide tartrique inactif; mais c'est là une tâche qu'il poursuit en ce moment. Dès maintenant d'ailleurs, il est difficile de douter que cet isomère ne soit le composé racémique, dont l'érythrite naturelle et celle reproduite par lui à l'aide de deux procédés différents sont l'isomère inactif.

Dans cet aperçu rapide des principaux résultats obtenus par M. Griner, il n'a pas été possible d'insister sur la très grande habileté expérimentale

dont ce jeune savant a fait preuve, en parvenant à séparer les divers isomères qu'il a rencontrés et à réaliser les transformations qu'il avait en vue. Il est bien évident d'ailleurs que, s'il n'avait pas été guidé par une théorie qui lui permettait de prévoir les faits presque à coup sûr et de les interpréter d'une manière logique et cohérente, il lui eût été difficile, sinon impossible, de mener à bien ces recherches qui lui font tant honneur.

A ce double titre de modèle d'exactitude et de soin dans la partie expérimentale et de vérification, frappante de vues théoriques, qui sont encore contestées malgré les fruits admirables qu'elles ont déjà portés, le travail de M. Griner mérite à un haut degré l'approbation de l'Académie.

En conséquence, la Section de Chimie a décidé à l'unanimité de décerner à M. **Griner** la moitié du prix Jecker pour 1893.

*Rapport sur les travaux de M.* H. Gautier.

On doit à M. **H. Gautier** de nombreuses recherches sur diverses questions qui intéressent la Chimie minérale et la Chimie organique.

Parmi ces dernières, nous citerons particulièrement celles relatives à l'action du chlore sur un groupe de composés de la série aromatique, qui ont été réunies pour servir de sujet de thèse pour le Doctorat, et celles qui se rapportent à la détermination des chaleurs de formation des chlorures d'amine de la série grasse.

Les travaux de Chimie minérale portaient sur l'état de l'iode en dissolution, sur les affinités de l'iode dissous; sur l'attaque du fer par l'acide azotique à divers degrés de concentration et de température; sur les combinaisons directes du chlore et du brome avec les métaux; sur la mesure de la densité du gaz; sur la détermination de la chaleur spécifique du bore pur.

M. Gautier a de plus publié divers Ouvrages, notamment des *Leçons de Chimie à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales;* un *Traité des essais d'or et d'argent* (*Encyclopédie Léauté*); un Ouvrage relatif à l'action chimique des courants électriques.

Quelques-uns des travaux de M. Gautier ont été faits en collaboration avec d'autres savants : MM. Colson, Charpy et M. Moissan.

Malgré cela, votre Section de Chimie a jugé que l'ensemble de ces recherches constituait, pour M. H. Gautier, une somme très importante d'efforts fructueux, et qu'il serait désirable de pouvoir donner à leur principal auteur un encouragement d'autant mieux mérité que ces travaux on

été faits avec un zèle pour la Science que n'ont pu arrêter les nécessités d'une situation personnelle peu favorable aux recherches.

Votre Commission demande à l'Académie de vouloir bien ajouter au prix Jecker un encouragement complémentaire, et de l'attribuer à M. **H. Gautier**.

## PRIX LA CAZE (CHIMIE).

(Commissaires : La Section de Chimie et MM. Berthelot, Schlœsing, Duclaux; M. Moissan, rapporteur.)

La Commission chargée de décerner le prix La Caze a cru devoir accorder ce prix à M. **G. Lemoine.**

Les principaux travaux de M. Lemoine peuvent se diviser en trois Parties :

1° *Étude des sulfures de phosphore et de leurs dérivés;*

2° *Transformation allotropique du phosphore;*

3° *Recherches sur les équilibres chimiques entre l'hydrogène et la vapeur d'iode.*

Dans ses recherches sur les composés du phosphore, M. **Lemoine** a découvert d'abord le sesquisulfure de phosphore, dont il a étudié avec soin les préparations et les différentes propriétés. Puis, en poursuivant cette étude, il a été amené à préparer une série importante de sels : les sulfoxyphosphites, rappelant les sulfoxyarséniates de Cloëz et Bouquet et les sulfoxyphosphates de Wurtz. Le trisulfure de phosphore soumis à l'action des alcalis et des sulfures alcalins lui a fourni les mêmes composés.

Les autres recherches de M. Lemoine sont surtout relatives à la dissociation.

A la suite des travaux de Dulong, de Deville, de M. Berthelot, il s'est produit en France différentes théories qui ont cherché à relier la Chimie à la Mécanique rationnelle. Au milieu de ces essais, la découverte capitale de Deville sur la dissociation a été le point de départ de nombreuses études. Lorsque Deville a rattaché les réactions chimiques aux lois de la vaporisation, il a aidé puissamment à rompre les barrières qui séparaient la Chimie de la Physique. De cette conception sont sorties les belles expériences sur lesquelles sont fondées les lois de la dissociation des systèmes hétérogènes (carbonate de chaux, hydrates salins) et des transformations allotropiques (paracyanogène, phosphore).

Dans cet ensemble de travaux, glorieux pour la France, c'est à M. Lemoine qu'appartiennent les premières études de transformations allotropiques. Tandis qu'en 1865 Hittorf affirmait que la limite de transformation du phosphore effectuée en vase clos est différente selon qu'on part du phosphore ordinaire ou du phosphore rouge, M. Lemoine comparait, au contraire, dès 1867, cette transformation à une véritable dissociation. Par des expériences concluantes, délicates et parfois dangereuses, exécutées toutes à 440°, il établissait que la limite de transformation est la même dans les deux cas et que la densité des vapeurs émises par les deux variétés de phosphore est identique.

Un autre fait important, mis en évidence par M. Lemoine, est l'influence du temps nécessaire pour arriver à la limite de l'expérience.

Dès 1862, dans un grand travail sur l'éthérification, MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles avaient, par des expériences rigoureuses, appelé l'attention des chimistes sur ce sujet. A l'époque des recherches de M. Lemoine, les notions développées par ces deux savants n'étaient pas admises sans discussion. C'est sur cette action du temps que M. Lemoine eut grand soin d'insister. Il expliqua ainsi les résultats contradictoires de Hittorf. De plus, en faisant varier les masses jusqu'à la vaporisation totale du phosphore, M. Lemoine a pu affirmer que : « Si un liquide se vaporise tout entier quand il n'est pas en quantité suffisante pour établir la force élastique de sa vapeur, de même il ne se forme pas de phosphore rouge quand la quantité de phosphore blanc est insuffisante ».

On sait qu'en reprenant ces recherches sur la transformation allotropique du phosphore et en les généralisant, MM. Troost et Hautefeuille ont été conduits à la théorie des tensions des transformations. Aujourd'hui, toutes ces questions sont devenues classiques, mais nous croyons devoir rappeler les difficultés et les contradictions apparentes de la première heure.

L'étude de M. Lemoine sur les équilibres chimiques entre l'hydrogène et la vapeur d'iode, étude faite à des températures variées, a été publiée de 1874 à 1877.

En établissant les différences profondes qui existent entre les lois de la dissociation d'un système homogène gazeux et les lois de la dissociation d'un système hétérogène, M. Lemoine abordait expérimentalement un problème important. Comme l'avait dit M. Berthelot dans ses recherches sur les éthers, ce n'est que dans les systèmes homogènes qu'il y a « contact

parfait et incessant des particules, sans qu'aucune complication secondaire les écarte du champ de l'action chimique, de telle façon que les résultats dépendent uniquement des masses relatives mises en expérience et de la température ».

Dans un système hétérogène (expérience classique de Debray sur le carbonate de chaux), la tension de dissociation est assimilable à la tension des vapeurs saturées. Elle ne dépend pas de la masse totale initiale et elle est fonction de la température. Au contraire, pour l'acide iodhydrique gazeux, la pression de l'un des composants est fonction non seulement de la température, mais de la masse initialement soumise à la dissociation. C'est là un des résultats les plus importants obtenus par M. Lemoine.

Ce savant s'est d'abord assuré que la limite de décomposition est la même quand on part soit du gaz iodhydrique, soit du mélange proportionnel d'hydrogène et d'iode. Puis, mesurant avec soin la quantité d'hydrogène devenue libre par dissociation, M. Lemoine a constaté qu'à une même température, dans un même volume, la pression de cet hydrogène dissocié est sensiblement proportionnelle à la pression du gaz iodhydrique initial, c'est-à-dire à la masse soumise à la dissociation.

Ces expériences établissent nettement que les lois des systèmes homogènes et hétérogènes sont différentes.

Après avoir étudié ces questions expérimentalement et s'appuyant sur cet ensemble de recherches, M. Lemoine a donné une théorie de la dissociation et en général des réactions simples limitées par l'action inverse. M. Lemoine a fait l'application de cette théorie à ses recherches sur le phosphore; il a suivi dans les détails numériques la comparaison des résultats de la théorie avec ceux de l'expérience, notamment au point de vue de la vitesse de la réaction d'après un poids donné de phosphore.

Nous ne devons dans ce Rapport que rappeler ce travail, ainsi que la théorie mathématique des équilibres chimiques publiée aux *Annales de Chimie et de Physique*, en 1882.

L'ensemble de ces recherches, suivies avec méthode, exécutées avec précision, a conduit M. Lemoine à des résultats importants.

Si nous ajoutons à ces travaux différentes Notes sur la dissociation du bromhydrate d'amylène sous de faibles pressions, des études sur les hydrocarbures et les alcools supérieurs des pétroles d'Amérique, enfin des recherches générales sur l'action chimique de la lumière, en cours de publication, l'Académie comprendra que votre Commission vous demande à

l'unanimité de décerner le prix La Caze à M. **Georges Lemoine**, examinateur de sortie, pour la Chimie, à l'École Polytechnique.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

### GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué, Des Cloizeaux, Mallard; Albert Gaudry, rapporteur.)

Le grand prix des Sciences physiques doit être consacré cette année à récompenser une Étude approfondie d'une question relative à la Géologie d'une partie de la France.

Ce prix est décerné à M. **Marcellin Boule**.

Notre pays renferme d'admirables curiosités naturelles, qui ne sont pas visitées comme elles le mériteraient. Le Plateau central notamment est d'un intérêt puissant pour les géologues et les paléontologistes, car les phénomènes volcaniques y ont accumulé des roches grandioses qui soulèvent de difficiles problèmes, et lorsque, après les éruptions, la tranquillité y renaissait, des créatures variées, souvent majestueuses, s'y multipliaient; elles y ont laissé de curieux vestiges.

Enfant d'Aurillac, élève de M. Rames, qui a si habilement exploré le Cantal, M. Boule s'est livré avec ardeur à l'étude du Plateau central de la France; le Comité de la Carte géologique de France l'ayant chargé de faire la feuille du Puy en Velay, il s'est attaché surtout à l'examen de ce beau pays. Voici le résumé de ses recherches :

Pendant les temps primaires, le Velay était composé de gneiss et de micaschistes, au milieu desquels s'épanchaient des granites, des granulites, des porphyres.

Pendant les temps secondaires, il semble être resté calme; des érosions adoucissaient les aspérités formées dans les commotions des premiers âges.

A l'époque éocène, de grands dépôts d'arkoses se produisent; le sol se couvre de palmiers, de chênes, de magnolias, de lauriers, de peupliers, etc., dont notre Correspondant, M. de Saporta, a déterminé les caractères.

A la fin de l'éocène, le niveau du Plateau central s'abaisse assez pour qu'il y ait, sur l'emplacement actuel de la ville du Puy, un lac à eaux saumâtres. Comme à Paris, vers le même temps, du gypse s'y forme, le *Palæotherium magnum* erre sur ses rives.

A l'époque oligocène, le sol est exhaussé définitivement; il n'y a plus d'eaux saumâtres. De nombreux Pachydermes, tels que l'Entélodon, l'Hyopotamus, l'Acerotherium, laissent leurs débris à Ronzon.

Les phénomènes volcaniques ne se sont manifestés qu'à partir de l'époque miocène; ils ont été énergiques au Mézenc et au Mégal. Il y a eu formation de basaltes, de labradorites, d'andésites, de trachytes augitiques et de phonolites. De même que les espèces paléontologiques, ces divers types pétrographiques offrent entre eux les gradations les plus insensibles. M. Marcellin Boule a trouvé tous les passages entre des roches très basiques et lourdes, comme les basaltes, et des roches acides et légères, comme les trachytes. Il convient particulièrement de citer les masses de phonolites, à cause de leur énorme développement et de leur aspect tout spécial; par suite de leurs allures variées et pittoresques, de leurs pics aigus, de leurs murailles déchiquetées, le paysage phonolitique forme opposition avec les profils plats, uniformes du paysage basaltique. Ce grand théâtre volcanique a été embelli par quelques arbres forestiers, des chênes, des bouleaux et des charmes. Sans doute, il y avait des Dinotherium, des Tragocerus, des Hipparions, représentants de la faune de Pikermi et du Léberon, car on a trouvé leurs débris dans l'Ardèche et près d'Aurillac; mais ils n'ont pas été découverts dans le Velay.

A l'époque du pliocène inférieur, et pendant une partie du pliocène moyen, alors que les volcans avaient encore toute leur intensité dans le Mézenc et au Mégal, le Velay était moins agité, et même il avait de longues périodes de calme, durant lesquelles de gigantesques Mastodontes et plusieurs autres mammifères ont pu se développer.

Puis il se fit, dans le Velay, une immense éruption; des centaines de bouches volcaniques s'ouvrirent sur $40^{km}$ de longueur, les laves constituèrent en plusieurs endroits une couverture épaisse de $100^{m}$. De puissantes brèches se formèrent : les célèbres buttes connues sous les noms de *rocher Corneille*, de *rocher Saint-Michel*, de *rocher de Polignac* en sont des morceaux isolés; ces événements se passèrent pendant la fin du pliocène

moyen, pendant le pliocène supérieur et le quaternaire. Le Velay dut offrir alors un spectacle terrible dont nos ancêtres ont vu les dernières scènes; on trouve leurs ossements au milieu des cendres de la Denise. Sans doute, il y a eu des moments de repos, car à côté des amoncellements des roches volcaniques on rencontre des gisements du pliocène supérieur et du quaternaire riches en débris de Proboscidiens, de Pachydermes, de Ruminants et de redoutables Carnassiers. Le contraste de la puissance destructive du monde physique et de la fécondité du monde animal donne un singulier caractère de grandeur à l'histoire géologique du Plateau central: le livre que M. Marcellin Boule a publié sur le Velay le fait bien ressortir.

Dans ses explorations, ce savant a donné la preuve de l'étendue de ses connaissances, menant de front la Stratigraphie, la Paléontologie et la Pétrographie, pour laquelle il a employé les nouvelles méthodes de MM. Fouqué et Michel-Lévy. La Société géologique de France, qui a tenu cette année une session extraordinaire au Puy, a pu se rendre compte de l'exactitude de ses observations. En dehors des recherches sur le Plateau central, M. **Marcellin Boule** a fait plusieurs travaux, soit seul, soit en collaboration avec l'un de nous. Il nous semble très digne de recevoir le grand prix des Sciences physiques.

## PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué, Mallard, Gaudry; Des Cloizeaux, rapporteur.)

*Rapport sur les travaux de MM.* Bourgeois, Gorgeu, Michel *et* Duboin.

L'Académie a mis au concours, pour le prix Bordin en 1893, la question suivante : *Genèse des roches éclairée par l'expérimentation synthétique*. La Commission chargée de porter un jugement sur le mérite des œuvres qui correspondent à ce programme s'est trouvée fort embarrassée, en présence du nombre et de l'importance des travaux qui s'offraient à son choix comme dignes de la récompense proposée. C'est qu'en effet il s'agit là d'une sorte de recherches variées et ingénieuses qui, depuis plus de soixante ans, se sont succédé sans interruption et qui se continuent de nos jours avec le même caractère, de telle sorte qu'elles représentent les résultats d'une tradition glorieuse, d'une sorte d'héritage d'honneur que

la Science française transmet intégralement d'une génération à la génération suivante en accroissant et enrichissant sans cesse le fonds primitif.

La voie féconde inaugurée par le remarquable travail de James Hall a illustré dans la première moitié de notre siècle Berthier, Ebelmen, Senarmont et Durocher. Les expériences de synthèse minérale ont également fourni à Antoine Becquerel et à Henri Sainte-Claire Deville la matière de quelques-uns de leurs plus beaux travaux.

Sur les fauteuils de l'Académie siègent encore aujourd'hui plusieurs des hommes qui se sont distingués dans ce champ de recherches et la Section de Minéralogie notamment est heureuse d'avoir pour doyen un savant dont les travaux de synthèse ont inauguré jadis des méthodes nouvelles d'une remarquable fertilité. Enfin, il est impossible de ne pas mentionner ici les brillants résultats obtenus par l'un de nos plus jeunes confrères dans la voie de reproduction du diamant.

Conformément aux traditions de l'Académie, la Commission a écarté de son choix les savants qui figurent sur la liste de l'Institut et, en outre, elle a mis avec eux hors concours leurs collaborateurs, tels que Michel-Lévy, Verneuil, Georges Friedel. Elle a également écarté MM. Hautefeuille, Lechartier, Ditte et Margottet, eu égard aux prix qui leur ont été déjà décernés. En somme, la Commission, à son grand regret, s'est vue dans l'obligation de rétrécir le cercle dans lequel elle avait à chercher ceux qui avaient le droit de prétendre au prix Bordin, le réservant exclusivement aux jeunes savants plus récemment entrés dans la carrière des synthèses minérales et appelés à la poursuivre avec succès dans l'avenir.

Dans le domaine limité qu'elle s'était ainsi tracé, la Commission n'a pas cru devoir faire porter son choix exclusivement sur l'un des concurrents, d'autant plus qu'aucun d'eux n'avait travaillé directement dans le sens impliqué par le sujet proposé. Leurs efforts ont eu en effet pour objet la reproduction des espèces minérales, beaucoup plutôt que celles de leurs associations. Cependant, cette réserve faite, les travaux de M. **Bourgeois** ont frappé tout d'abord son attention et lui ont paru mériter d'être spécialement honorés. M. Bourgeois joint à une haute valeur scientifique une modestie sans égale; c'est pourquoi votre rapporteur se félicite d'avoir à faire ressortir les mérites de ce jeune homme distingué.

Les méthodes qui conduisent aux reproductions minérales sont très diverses; chaque opérateur a presque toujours employé un genre de procédé particulier, adopté par lui d'après ses aptitudes et ses goûts préférés.

La voie sèche, la voie humide, les sublimations, les fusions, les dissolutions avec ou sans pression, ont tour à tour été mis en œuvre.

M. Bourgeois a évité cet exclusivisme et utilisé avec succès des procédés variés. Il a manié avec une égale habileté la voie sèche à la température la plus élevée de nos fourneaux, et la voie humide aux plus fortes pressions que peuvent supporter les tubes de verre scellés. Son premier travail, exécuté en collaboration avec M. Verneuil dans le laboratoire de M. Fremy, a été fait par voie humide; il a conduit à la synthèse de la scorodite. En collaboration avec M. Michel-Lévy, il a fait cristalliser la zircone et l'acide stannique au sein du carbonate de soude et montré que les formes de ces oxydes les rapprochent de la tridymite. Il a ensuite appliqué aux éléments constituants d'un certain nombre de minéraux et de roches la méthode de fusion ignée suivie de recuit, mise alors en usage dans le laboratoire de Minéralogie du Collège de France. Dans ces conditions, il a fait cristalliser un bisilicate de calcium, espèce dimorphe de la wollastonite, la gehlénite, diverses variétés de mélilite, le grenat spessartine, la cordiérite, la téphroïte, la rhodonite, la hausmannite, la pérowskite et le sphène. D'autre part, la fusion des carbonates alcalino-terreux au sein des chlorures alcalins lui a donné le moyen d'obtenir aisément ces espèces sous les formes de withérite, de strontianite, de calcite. Rien n'égale la surprise qu'ont éprouvée les minéralogistes et les chimistes lorsqu'ils ont vu cristalliser de la sorte le carbonate de chaux au milieu d'un magma fondu. La même méthode a permis à M. Bourgeois plusieurs autres synthèses intéressantes : orthosilicates de cobalt et de nickel de la famille du péridot, silicostannates de chaux correspondant au sphène, titanates de baryte et de strontiane voisins de la pérowskite, titanate de la série magnésienne y compris la pyrophanite et l'ilménite, espèces se rattachant à la famille de l'oligiste. La voie humide lui a fourni sous forme cristallisée les espèces suivantes : carbonates rhomboédriques et rhombiques, hydrocérusite, gerhardtite, barytine, célestine, anglésite, crocoïse.

L'ensemble des résultats que nous venons d'énumérer a paru à la Commission suffisant pour donner à M. Bourgeois une place à part parmi les lauréats du prix Bordin. En conséquence, elle lui a attribué la moitié du prix.

M. Gorgeu, au cours de ses patientes et minutieuses recherches sur les composés du manganèse, est arrivé à la synthèse de divers minéraux dans lesquels figurent ce métal ou ses satellites. Il a obtenu ainsi, à l'état cristal-

lisé, les minéraux suivants : hausmannite, polianite, rhodonite, téphroïte, magnétite, franklinite, fayalite, zincite, millérite, wollastonite sous ses deux formes, barytine, célestine, anhydrite, grenat spessartine et grenat grossulaire, silicates alumino-alcalins voisins de la sodalite. Il a eu le mérite de démontrer, par une expérience de laboratoire, que la pyrolusite n'est, en réalité, qu'une transformation pseudomorphique d'acerdèse en polianite; il a montré ainsi que la nature avait, dans ce cas, opéré par fixation d'oxygène, suivant un procédé comparable à celui que l'on met en œuvre dans les usines quand on peroxyde les oxydes inférieurs de manganèse.

M. **Michel**, reprenant un procédé jadis imaginé par Monross, a entrepris une longue série de recherches sur la cristallisation des tungstates métalliques. Ses travaux forment un ensemble dont tous les points sont élucidés avec soin. Les espèces obtenues sont remarquables par la beauté de leurs formes cristallines, et les descriptions qu'en a données M. Michel sont aussi complètes que possible. Parmi les espèces de ce groupe synthétique, citons la schéelite, la schéelitine, la hubnérite, le wolfram. Le même savant a préparé, au sein des fondants, des séléniates alcalino-terreux isomorphes avec la barytine, de la pyromorphite, de la mimétèse, de la campylite, de la plattnérite, du minium. Ses derniers travaux lui ont donné en cristaux visibles à l'œil nu du grenat mélanite, du sphène, de la pyrrhotine, du rutile.

La partie des travaux de M. **Duboin** qui a intéressé la Commission est tirée d'une étude d'ensemble des composés de l'yttrium. En calcinant dans un fondant l'yttria avec la silice ou l'acide phosphorique, il a obtenu la cristallisation des silicates et des phosphates de cette terre rare, ou, en d'autres termes, celle d'une gadolinite et d'un xénotime à base d'yttria pure. Tout récemment, la fusion de la silice et de l'alumine dans le fluorure de potassium lui a fourni de beaux cristaux de leucite ainsi que deux autres produits cristallisés qui offrent la composition de la néphéline et de la cryolite, sauf remplacement du sodium par le potassium.

La Commission propose d'accorder à MM. **Gorgeu**, **Michel** et **Duboin** chacun un encouragement. Elle accorde également des mentions à deux savants étrangers, MM. **Doelter** et **de Schulten**, qu'elle regrette vivement de ne pouvoir plus amplement récompenser.

M. Doelter a réussi à reproduire un bon nombre de sulfures simples ou doubles, comme la pyrite, la pyrrhotine, la chalcosine, la covelline, le

cinabre, la galène, l'argyrose, la chalcopyrite, la bournonite, soit par l'application de la méthode de Durocher (calcination des sels métalliques dans un courant de gaz sulfhydrique), soit en faisant digérer, vers 80°, les sulfures précipités avec une solution aqueuse d'acide sulfhydrique. En collaboration avec M. Hussak, il a fait un grand nombre d'essais sur la fusion et le recuit des minéraux et des roches, sur la reproduction expérimentale des enclaves modifiées des roches volcaniques. Il a vu ainsi s'engendrer une foule d'espèces, comme la magnétite, les spinelles, l'oligiste, la méionite, la gehlénite, l'anorthite, les grenats, la wollastonite, la calcite elle-même. Dans des expériences très importantes, effectuées en présence des fluorures, il a constaté la formation des divers micas : biotite, phlogopite, muscovite, lépidolite, et en outre celle de la scapolite.

M. de Schulten a en général opéré par voie humide en tubes scellés, au-dessous de 250°, parfois même sous la pression ordinaire. Par l'emploi de réactifs variés, il a obtenu ainsi l'analcime, la strengite, la zincosite, la malachite, la molybdénite, ainsi que deux sels de Stassfurt, la kaïnite et la tachydrite. L'analcime obtenue dans ces recherches offre, avec une rare perfection, les anomalies optiques caractéristiques de cette espèce minérale. Quant à la reproduction de la malachite, elle permet d'entrevoir le jour où cette précieuse substance minérale deviendra l'objet d'une fabrication industrielle facile. M. de Schulten, utilisant l'action dissolvante des lessives alcalines concentrées sur les oxydes métalliques précipités, a obtenu, à une température peu élevée, de belles lamelles de brucite et de pyrochroïte et aussi la plupart des autres oxydes hydratés de la série magnésienne isomorphe de ces deux minéraux.

En résumé, la Commission propose une récompense à M. **Bourgeois**, des récompenses à MM. **Gorgeu**, **Michel** et **Duboin**, et mentionne avec éloge les travaux de MM. **Doelter** et **de Schulten**.

## PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué, Des Cloizeaux, Albert Gaudry; Mallard, rapporteur.)

L'origine végétale de la houille, qu'admettait depuis longtemps la majorité des géologues, a été récemment mise hors de doute par les études microscopiques; mais il restait à résoudre un problème qui n'intéresse pas

moins le géologue que l'ingénieur, celui de savoir de quelle façon les végétaux de l'ancien monde ont pu donner naissance aux couches de combustible.

Pendant de longues années, les géologues de toutes les écoles, Lyell aussi bien qu'Élie de Beaumont, se sont trouvés d'accord pour admettre que les couches de houille sont d'anciennes couches de tourbe, enfouies à la suite d'un affaissement du sol. Cette théorie dut être abandonnée lorsqu'il fut constaté que la houille est formée, pour la plus grande partie, par des végétaux terrestres, généralement arborescents, et dont les débris ont été charriés par les eaux. On continuait d'ailleurs à regarder comme évident que les différentes couches dont est constitué le terrain houiller avaient dû prendre naissance successivement, qu'une couche de houille n'avait pu se former qu'après l'achèvement du dépôt de la couche de schiste sur laquelle elle repose, la couche de schiste ou de grès qui recouvre la houille et en forme ce qu'on appelle le *toit* ne s'étant formée qu'après le dépôt de la couche de combustible.

C'est cette idée, qui semblait en quelque sorte évidente, qu'a osé déclarer fausse un ingénieur qui dirigeait les mines de Commentry, et qui avait su observer en géologue perspicace le terrain qu'il exploitait en ingénieur habile. M. **Fayol** fit remarquer qu'il est impossible d'admettre qu'il ait jamais pu se rencontrer, dans les âges géologiques, une époque pendant laquelle les eaux, qui charriaient les débris végétaux, aient pu ne pas transporter en même temps des débris minéraux. Une semblable suspension, pendant le temps nécessairement fort long employé à la formation d'une couche de houille, de l'action corrosive exercée sur le sol par les eaux courantes, ne pourrait se comprendre, surtout à une période de l'histoire de la terre où la formation de nombreuses couches de conglomérats, de grès et de schistes montre, au contraire, que le ravinement n'a peut-être jamais été plus intense.

Pour M. Fayol, le bassin houiller de Commentry, et tous les autres bassins houillers ont été, dans sa pensée, formés d'une manière plus ou moins analogue, est le résultat du comblement d'un ancien lac. Ce comblement s'est effectué, suivant lui, par l'apport des matériaux de toutes sortes : cailloux, sables, argiles, végétaux, etc., que charriaient les affluents débouchant dans le lac. Mais les matériaux, transportés pêle-mêle par les cours d'eau, ont subi, au sein du lac, un classement par densité, analogue à celui qui se produit dans les appareils destinés à laver les minerais. Les matières les plus légères ont été transportées plus loin, les matières les

plus lourdes se sont précipitées à peu de distance du rivage, et c'est ainsi que les cailloux se sont rassemblés pour former des conglomérats, les sables pour former des grès, les argiles des schistes, enfin les débris végétaux pour donner naissance à la houille. Les couches du terrain houiller ne se sont donc pas formées successivement, mais, en quelque sorte, simultanément, en progressant toutes ensemble.

Pour confirmer cette théorie ingénieuse, mais qui heurtait de front des idées considérées comme ayant l'évidence d'un axiome, M. Fayol s'est adressé d'abord à l'observation géologique. Non seulement il a lui-même étudié minutieusement et avec grand soin la disposition des couches de Commentry, ainsi que leur composition minéralogique, mais il a su intéresser et associer à son œuvre les ingénieurs placés sous ses ordres et jusqu'aux mineurs eux-mêmes, entraînés par l'exemple. Il a su aussi s'assurer la collaboration de savants éminents qui, en possession des admirables collections qu'il avait rassemblées, ont pu étudier, d'une manière approfondie, la pétrologie, la flore et la faune du terrain. Grâce à ces efforts, que M. Fayol a eu le mérite de faire converger vers un même but, le bassin de Commentry est, à l'heure qu'il est, un des mieux connus qui soient au monde.

M. Fayol ne s'est pas borné à contrôler sa théorie par l'observation des faits géologiques. Il a fait aussi appel à l'expérimentation. Mettant en œuvre les ressources dont il disposait, il a institué dans les bassins de dépôt des ateliers de lavage de la houille, de véritables expériences de sédimentation, habilement conduites et variées, dont les résultats sont venus donner un puissant appui à ses idées.

Votre Commission n'a point à porter un jugement définitif sur la théorie de M. Fayol, qui est d'ailleurs maintenant admise par un très grand nombre de géologues et d'ingénieurs. Peut-être sera-t-on amené à lui faire subir, dans certaines parties, quelques modifications. Quoi qu'il en soit, par l'introduction, dans la Science, d'une idée absolument neuve et qui paraît d'accord avec les faits, non moins que par les travaux géologiques qui lui sont dus et par ceux qu'il a provoqués, M. **Fayol** a rendu d'importants services à la Géologie, et votre Commission n'hésite pas à lui attribuer le prix Delesse pour 1893.

## PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. Albert Gaudry, Fouqué, Daubrée, Des Cloizeaux; Mallard, rapporteur.)

Il y a trois ans, l'Académie décernait le prix Fontannes à l'auteur d'études paléontologiques poursuivies sur les restes d'animaux. Votre Commission a pensé qu'il était à propos, cette année, de récompenser des travaux de Paléontologie végétale, d'autant plus que les études de cette nature, inaugurées par les mémorables publications d'Adolphe Brongniart, après être restées longtemps assez délaissées en France, y ont pris, dans ces dernières années, le plus rapide développement. Le choix de la Commission, que rendaient difficile le nombre et l'importance des travaux qui pouvaient prétendre au prix, s'est porté sur M. **R. Zeiller**.

Dès 1878, M. Zeiller se faisait connaître en donnant, dans un Volume additionnel de l'*Explication de la Carte géologique de France* par Dufrénoy et Élie de Beaumont, la description et la représentation des principaux végétaux du terrain houiller. Peu de temps après, il publiait un Mémoire important sur la flore des terrains à combustibles du Tonkin. Après avoir décrit les espèces végétales qu'on y rencontre, M. Zeiller comparait cette flore à celles, déjà connues, d'autres régions asiatiques et démontrait, après une discussion très approfondie, que les combustibles du Tonkin, qu'on avait cru devoir, par des raisons stratigraphiques, rapporter au terrain houiller, doivent être rapportés à l'époque rhétienne.

En 1888, M. Zeiller fit paraître un Ouvrage magistral qui le classait au premier rang parmi les paléontologistes et qui est intitulé : *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes*. Dans cette belle publication, qui fut accueillie avec la même faveur en France et à l'étranger, l'auteur, se servant des nombreux échantillons que lui avait communiqués M. du Souich et qu'il avait rassemblés lui-même, donnait la description aussi complète que possible de la flore houillère du nord de la France.

A cet Ouvrage succédèrent rapidement la description de la flore ptéridologique du terrain houiller de Commentry, celle des fougères du bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac, enfin celle de la flore des terrains houiller et permien de Brive.

Dans ses nombreuses et laborieuses descriptions de flores locales, M. Zeiller n'a pas perdu de vue les applications que l'on pouvait faire des

résultats de la paléobotanique à la stratigraphie du terrain houiller. C'est ainsi qu'à la suite de ses recherches sur la flore du bassin houiller du Nord, il a montré que l'examen attentif de cette flore permet de classer les couches de ce bassin en trois étages distincts, faciles à distinguer par la nature des végétaux qu'on rencontre dans chacun d'eux. Il a ainsi rendu un très grand service, non seulement à la Géologie, mais encore aux recherches de nos ingénieurs.

C'est de même à M. Zeiller qu'est due une des applications les plus heureuses qu'on ait faites des études de Paléontologie végétale aux travaux pratiques ayant pour but la recherche de nouvelles richesses houillères. Dans les mines de la Grand'Combe, deux systèmes de couches sont séparés par une faille considérable; on n'était pas d'accord sur le point de savoir lequel des deux systèmes est le plus ancien. La plupart des ingénieurs, par des raisons stratigraphiques très plausibles, avaient été amenés à une solution; M. Zeiller, après avoir examiné attentivement l'ensemble des fossiles végétaux propres à chacun des deux systèmes, montra que cette solution devait être rejetée, ainsi que l'avait déjà soupçonné M. Grand'-Eury. Un trou de sonde fut creusé sur les indications de M. Zeiller, et le succès final vint, par la découverte de la houille, démontrer l'exactitude de ses déductions.

Mais la Paléontologie ne doit pas se borner à guider les recherches des géologues et les travaux des ingénieurs : elle ne doit pas oublier qu'elle n'est que l'une des sciences qui étudient les êtres organisés, et que son rôle est, avant tout, de nous faire connaître quelle marche a suivie, sur notre globe, à travers les âges géologiques, le développement de la vie. M. Zeiller n'a pas failli à cette partie de la tâche du paléontologiste. C'est ainsi qu'en étudiant les fructifications de fougères fossiles, il a pu assigner à une grande partie, au moins, d'entre elles, la place qu'elles doivent occuper dans la classification adoptée pour les fougères actuelles.

Par l'étude des fructifications des sigillaires, il a définitivement établi que ces plantes, si abondantes à l'époque houillère, et que beaucoup de savants considéraient, d'après la structure de leurs tiges, comme phanérogames, sont de véritables cryptogames, résolvant ainsi un des problèmes les plus intéressants et les plus discutés de la Paléontologie végétale.

Enfin dans un important Mémoire, paru tout récemment, M. Zeiller est arrivé à démontrer, encore par l'étude de l'appareil fructificateur, que le genre si controversé des *Sphenophyllum* doit prendre place entre les Marsiliacées d'une part et les Ophioglossées de l'autre.

Ce que nous venons de dire des travaux de M. **Zeiller** suffit amplement à justifier l'attribution à ce savant du prix Fontannes pour 1893.

---

## BOTANIQUE.

---

### PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Duchartre, Chatin, Trécul;
Bornet, rapporteur.)

M. C. **Sauvageau**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon, s'est particulièrement attaché à l'étude des plantes aquatiques, marines et d'eau douce, moins connues et d'accès moins facile que les végétaux terrestres. Ses recherches sur les Potamogétonées ont été justement remarquées; ses études sur les Algues ont été accueillies avec une faveur qui manque rarement aux travaux où les points de vue nouveaux, appuyés de faits bien observés, sont présentés avec méthode et clarté.

Dans les divers Ordres dont se compose la Classe des Algues, on rencontre des espèces qui vivent en parasites dans le thalle d'autres Algues; mais le nombre connu de ces espèces est fort différent suivant les Ordres. Trois exemples seulement étaient signalés parmi les Algues brunes lorsque M. Sauvageau commença ses recherches. Non seulement il constata que des filaments parasites appartenant à des Algues brunes ne sont pas rares dans le tissu des Algues marines, mais il put faire l'étude complète de plusieurs de ces parasites. Quelques-uns rentraient dans des espèces déjà connues, d'autres n'avaient pas été décrits. L'exposé de ces observations, l'examen des relations variées qui existent entre le parasite et son hôte constituent un Chapitre intéressant et nouveau de l'histoire des Ectocarpées où tant de points obscurs subsistent encore. Les faits signalés par M. Sauvageau ont été immédiatement retrouvés et confirmés par d'autres observateurs; de nouveaux exemples sont déjà venus s'ajouter à ceux qu'il avait cités.

Dans une Note présentée à l'Académie, M. Sauvageau a fait connaître un curieux état, qu'il nomme *état coccoïde,* observé chez un Nostoc. Les

cellules se différencient et s'isolent à peu près comme les spores de ce genre d'Algues; mais, tandis que les spores ne présentent pas de changements appréciables jusqu'au moment de leur germination, les *cocci* se divisent et se multiplient sous une forme qui rappelle beaucoup plus les Chroococcacées que les Nostocacées.

Nous mentionnerons seulement, malgré les nouveautés qu'elle contient, une liste des Algues d'eau douce récoltées par l'auteur en Algérie, pendant la session de la Société botanique de France en 1892, afin de dire quelques mots d'un travail sur les genres *Cladothrix*, *Streptothrix* et *Actinomyces*, qu'il a publié en collaboration avec M. Radais. Par une étude approfondie du mode de ramification du thalle et de la formation des spores, les auteurs ont démontré que ces genres, souvent confondus, appartiennent à des groupes parfaitement distincts. Le *Cladothrix* est une Bactériacée, les *Streptothrix* et *Actinomyces* sont des Champignons.

Enfin, de concert avec M. Viala, M. Sauvageau a étudié plusieurs maladies de la Vigne. Il résulte de leurs recherches que deux de ces maladies, la *Brunissure* et la *Maladie de Californie*, sont causées par des Myxomycètes, proches parents du *Plasmodiophora*, qui détermine la *Hernie du Chou*.

La Commission accorde à M. **Sauvageau** le prix Desmazières pour 1893.

## PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Duchartre, Naudin, Trécul, Chatin, Van Tieghem; Bornet, rapporteur.)

La Section de Botanique a rapproché, pour le concours du prix Montagne, des travaux du même ordre, dont les uns sont relatifs aux Mousses, les autres aux Champignons.

I. Depuis 1882, M. **J. Cardot** a publié, soit seul, soit avec M. **Renauld**, dont le nom est de ceux qui font autorité parmi les bryologues, un grand nombre de travaux sur les Mousses. Ce sont des descriptions de Mousses nouvelles ou peu connues, européennes et exotiques, des florules bryologiques locales, et enfin des monographies plus ou moins complètes de familles et de genres encore imparfaitement élucidés. Ces dernières études, qui sont de M. Cardot seul, ont surtout fixé l'attention de la Commission.

Dans son travail sur les Sphaignes d'Europe, qui remonte à la date de 1886, l'auteur fait la revision des espèces européennes en en donnant une

description sommaire, mais suffisante. Il les examine au point de vue de leurs relations avec les types voisins et des variations qu'elles subissent. Ces variations sont nombreuses, toutes les parties de la plante pouvant éprouver, sous l'influence des conditions extérieures, des modifications plus ou moins prononcées, qu'il faut bien se garder de considérer comme ayant une valeur spécifique. En effet, l'observation de nombreux échantillons provenant de localités et de saisons diverses montre que ces différences s'atténuent graduellement et n'ont, en réalité, qu'une importance secondaire. D'après l'auteur, les caractères les plus propres à servir de base à la distinction des espèces ne sont pas les mêmes pour tous les groupes; la configuration et la structure des feuilles caulinaires, la coupe transversale des feuilles raméales ont une valeur plus grande que la présence ou l'absence d'épaississements spiralés dans les feuilles caulinaires et que les modifications présentées par l'inflorescence, les feuilles périchétiales et la capsule.

La *Monographie des Fontinalacées,* qui a paru en 1892 dans les *Mémoires de la Société des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg,* est un Ouvrage encore plus important que le précédent et qui fait honneur à son auteur. Les Fontinalacées sont des Mousses aquatiques qui habitent presque sans exception les régions froides et tempérées de l'hémisphère boréal. Elles abondent surtout dans l'Amérique du Nord où elles présentent une dispersion fort remarquable. A l'exception de deux espèces qui se rencontrent partout, en Europe et en Amérique, toutes les autres, au nombre de 30, sont spéciales à l'un ou l'autre versant des montagnes Rocheuses. L'habitat aquatique des Fontinalacées leur imprime un aspect assez uniforme; mais, suivant qu'elles croissent dans des eaux plus ou moins profondes, plus ou moins rapides, leur physionomie subit des modifications plus ou moins marquées. Il en résulte que des formes sans grande importance, mais très apparentes, ont été élevées au rang de types spécifiques, tandis que des espèces bien caractérisées ont été méconnues. M. Cardot a mis fin à ces confusions. Entouré des matériaux les plus complets, il a revu toutes les espèces sur des échantillons originaux et les a décrites d'une manière exacte. Il est seulement à regretter que des planches ne soient pas jointes au texte; elles auraient rendu le livre plus complet et plus utile.

Les espèces d'un même genre sont loin de différer entre elles d'une manière égale et uniforme. Quelques-unes sont séparées des autres par une originalité très marquée et sont acceptées par tout le monde; d'autres, dont les contours sont plus indécis, rencontrent une adhésion moins una-

nime; d'autres enfin sont un perpétuel sujet de discussion. Dans les anciennes Flores et dans beaucoup de Flores récentes, il n'a pas été tenu compte de ces différences et les espèces sont simplement énumérées à la suite les unes des autres comme si elles étaient équivalentes. Depuis quelque temps un certain nombre de phytographes phanérogamistes ont essayé de prendre ces degrés en considération et les ont exprimés de diverses manières dans leurs livres. M. Cardot, s'il n'est pas le premier qui ait émis l'idée d'établir parmi les Mousses des espèces de catégories différentes, est du moins le premier à l'avoir réalisée dans sa Monographie des Fontinales. Il a exposé, dans une brochure intitulée : *De l'inégalité de valeur des types spécifiques,* les considérations qui militent en faveur de l'adoption générale de cette méthode. L'auteur fait justement remarquer que les travaux phytographiques deviendront par là plus compliqués et plus ardus, mais ils gagneront sûrement en clarté, en précision et en valeur scientifique. Pour apprécier les distances qui séparent entre elles les espèces, il sera nécessaire de connaître celles-ci dans leur ensemble et dans leur aire de dispersion. Les monographies de genres et de familles pouvant seules conduire à ce résultat devront remplacer les études morcelées dont se contentent tant de botanistes.

II. Au cours d'un voyage accompli en 1887 dans la région du Haut-Orénoque, M. **A. Gaillard**, préparateur à l'École de Pharmacie de Paris, s'est appliqué à recueillir, en même temps que des phanérogames intéressantes aux points de vue industriel, médical et scientifique, les Champignons de cette contrée peu connue. Il en a rapporté de nombreux échantillons, des dessins et des notes qui fournirent les matériaux d'un Mémoire qu'il publia, en 1888, dans le *Bulletin de la Société mycologique,* avec la collaboration de M. Patouillard. Sur 278 espèces récoltées, 129 étaient nouvelles. Il eut, en outre, l'occasion d'observer sur le vivant le développement des périthèces du *Meliola microspora,* circonstance qui le conduisit à entreprendre l'étude complète du genre. La monographie qui en est résultée, œuvre de plusieurs années, constitue un volume de 163 pages accompagnées de 24 planches dessinées par l'auteur. Une revision critique des espèces décrites jusqu'alors a montré qu'un assez grand nombre de celles-ci ne présentaient pas les caractères du genre et devaient en être exclues. Par contre, l'examen des herbiers phanérogamiques conservés au Muséum a permis de rencontrer une vingtaine d'espèces nouvelles. Retranchements et additions compensés, le nombre des espèces admises

s'élève à 111, que M. Gaillard décrit minutieusement et dont il donne la synonymie. Les faits relatifs à la morphologie, à l'anatomie et au développement des divers organes sont exposés dans la première partie du travail. L'auteur y démontre que les appendices mycéliens (*hyphopodies*), signalés autrefois par votre rapporteur et dont la nature était restée problématique, sont des périthèces non développés; il a pu suivre tous les passages des uns aux autres.

Aux *Meliola* se rattachent les *Asterina* qui croissent comme eux sur les feuilles vivantes, qui sont pourvus comme eux d'un mycélium brun produisant des hyphopodies, le plus souvent latérales, quelquefois intercalaires, mais qui s'en distinguent par la situation et la forme de leurs périthèces. Ceux-ci sont dressés et globuleux chez les *Meliola,* pendants et dimidiés-orbiculaires chez les *Asterina*. M. Gaillard en a fait la monographie. Le manuscrit qui la contient comprend 71 pages de texte et est accompagné de 15 planches coloriées. Exécutée sur le même plan que l'étude sur le genre *Meliola,* la monographie des *Asterina* présente les mêmes qualités.

Enfin l'auteur a commencé l'étude du genre *Lembosia,* Champignons épiphylles originaires des pays chauds et humides, dont le mycélium produit des hyphopodies intercalaires d'où naissent des périthèces pendants, ovales-allongés, s'ouvrant par une fente longitudinale. Par ces caractères les *Lembosia* se distinguent nettement des *Asterina*.

Dans le but d'encourager les auteurs des travaux dont nous venons de donner un aperçu à poursuivre leurs études dans la même direction, la Commission attribue un prix à M. **J. Cardot** et à M. **A. Gaillard** un autre prix.

---

## AGRICULTURE.

---

### PRIX MOROGUES.

(Commissaires : MM. Schlœsing, Reiset, Duclaux, Chambrelent; Dehérain, rapporteur.)

Le *Peronospora viticola,* désigné encore sous le nom de *Mildew,* redoutable parasite de la vigne, qui, comme le Phylloxera, paraît être originaire

d'Amérique, a commencé dès 1878 à ravager les vignobles français. Aucun agent n'avait été proposé pour combattre cette redoutable invasion quand, dès 1882, M. **Millardet**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, remarqua que des vignes, voisines d'une route, aspergées d'un mélange de sulfate de cuivre et de chaux pour empêcher les maraudeurs d'en venir prendre les raisins, étaient restées indemnes, tandis que le reste du champ, qui n'avait pas reçu ce mélange, avait perdu ses feuilles.

M. Millardet conçut dès cette époque l'espoir de sauver les vignes des atteintes du Mildew en les saupoudrant de dissolutions cuivriques dont l'action sur les champignons était connue depuis les travaux de Benedict Prevost sur la carie du blé. Presque en même temps et d'une façon tout à fait indépendante, M. Perrey faisait en Bourgogne la même observation et en tirait des conséquences analogues. Toutefois, si les publications *in extenso* de M. Perrey sont antérieures à celle de M. Millardet, celui-ci paraît avoir le premier fait la démonstration pratique du procédé. M. Millardet, en effet, annonçait à l'Académie, dans la séance du 5 octobre 1885, que le mélange de sulfate de cuivre et de lait de chaux actuellement connu sous le nom de *bouillie bordelaise* préserve les vignes des ravages du Mildew, à la condition que le traitement soit préventif, c'est-à-dire qu'il soit fait avant l'apparition de la maladie. M. Millardet a démontré, en outre, par de nombreuses analyses exécutées avec la collaboration de M. Gayon que les vins provenant des vignes traitées ne renferment que des quantités de cuivre insignifiantes.

Des milliers d'expériences ont vérifié l'efficacité du traitement et votre Commission, persuadée que l'emploi des sels de cuivre pour combattre le Mildew a sauvé d'une ruine imminente l'une des cultures les plus importantes de notre pays, vous propose de décerner le prix Morogues à M. **Millardet**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux et l'un de nos Correspondants.

## ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

---

### PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Blanchard, Van Tieghem, Duchartre, Chatin; Bornet, rapporteur.)

La Commission du prix Thore a reçu un seul envoi; il provient de M. **L. Corbière**, professeur de Sciences naturelles au Lycée de Cherbourg, et se compose de diverses publications relatives aux Mousses. Une d'elles, intitulée : *Muscinées du département de la Manche*, constitue un Volume de 173 pages, qui comprend les Mousses et les Hépatiques. D'une florule aussi restreinte on ne saurait obtenir des résultats d'une grande importance générale; mais, si elle est bien faite, si les déterminations sont exactes, si l'auteur n'admet dans son Catalogue que les espèces dont il a constaté la présence dans le rayon de sa flore, celle-ci offre un véritable intérêt au point de vue de la distribution géographique des espèces. Ces conditions sont réalisées dans l'Ouvrage de M. Corbière; il s'est entouré de tous les documents nécessaires, n'a cité que les espèces déterminées avec certitude, et les observations critiques qu'il ajoute à bon nombre d'espèces témoignent de sa compétence et du soin avec lequel son travail a été accompli.

En raison de la grande étendue de ses côtes, le département de la Manche présente un climat doux et humide très favorable à la végétation des Muscinées, et qui explique la présence d'une assez forte proportion d'espèces méridionales. Des Mousses et des Hépatiques réputées spéciales au littoral de la Grande-Bretagne ont été rencontrées autour de Cherbourg. La constitution minéralogique du sol entraîne la prédominance des espèces silicicoles; les calcicoles ne se trouvent guère que sur les murs et dans les sables maritimes. Quelques espèces alpines ou boréales croissent dans le département, malgré sa faible altitude, et ce n'est pas un des traits les moins remarquables de sa végétation bryologique.

La Commission attribue le prix Thore à M. **Corbière**.

### PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier; Ranvier, rapporteur.)

Le prix Savigny n'est pas décerné cette année.

## MÉDECINE ET CHIRURGIE.

### PRIX MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

(Commissaires : MM. Verneuil, Guyon, Brown-Séquard, Marey, Larrey, Brouardel, Sappey; Bouchard, rapporteur.)

Les prix de Médecine ont été décernés à MM. **Huchard**, **Delorme**, **Pinard** et **Varnier**.

La Commission récompense les études de M. Huchard sur les maladies du cœur, sur l'angine de poitrine, sur la cardiosclérose. Elle rend hommage au long et consciencieux labeur de l'auteur, à l'accumulation des faits cliniques qu'il apporte à l'appui de ses conceptions pathogéniques; et, sans prendre parti dans des questions encore débattues, reconnaît le rang éminent qu'a su prendre M. Huchard dans ces discussions et l'influence que son œuvre exerce sur la pratique médicale dans le domaine des maladies du cœur.

Dans le *Traité de Chirurgie de guerre* de M. Delorme, elle a reconnu le soin avec lequel ont été recueillies et exposées toutes les modifications que les perfectionnements des armes à feu et les nouvelles méthodes de traitement des plaies ont apportées à la médecine militaire. La Commission a apprécié plus particulièrement l'influence de la vitesse du projectile sur l'étendue des lésions; l'essai de pathogénie de la commotion cérébrale par coup de feu; l'action des nouveaux projectiles sur les vaisseaux, sur les nerfs, sur la diaphyse des os longs.

MM. Pinard et Varnier ont publié un grand Atlas d'Anatomie et d'Ana-

tomie pathologique concernant des faits nombreux relatifs surtout à la Pathologie obstétricale. C'est une œuvre des plus importantes au point de vue scientifique et destinée à rendre de réels services à l'enseignement.

Des mentions sont accordées à MM. **Vialet**, **Neumann** et **Fiessinger**.

M. Vialet a tenté de faire, pour la détermination des centres de la vision, ce que d'autres ont fait pour les centres moteurs ou pour la parole, et il a réussi à apporter des documents nouveaux et des découvertes dans un domaine encore fort obscur.

M. Neumann a étudié les parasites communs à l'homme et aux animaux et a trouvé, dans ses recherches, des applications nombreuses à la Pathologie humaine.

M. Fiessinger a fait, dans un milieu restreint, des observations du plus haut intérêt et fourni des renseignements précieux notamment au point de vue de l'épidémiologie et particulièrement de la transmission de la scarlatine, l'albuminurie, le rhumatisme infectieux.

Des citations sont accordées à M. **Comby**, pour ses nombreuses et importantes recherches de Pathologie infantile, et pour son Traité des maladies de l'enfance ainsi que pour son livre sur les oreillons;

A M. **Claisse**, qui a fait une étude systématique de l'infection des canaux bronchiques et étudié les bronchites comme on étudie depuis quelques années les infections ascendantes des glandes;

A M. **Delore**, pour des travaux intéressants relatifs à l'orthopédie.

A MM. **Testut** et **Blanc**, pour leur Atlas d'Anatomie obstétricale limité à l'étude des relations du fœtus avec les organes maternels, étudiées à l'aide de coupes faites à travers les organes congelés.

## PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Verneuil, Brown-Séquard; Chatin, rapporteur.)

La Commission du prix Barbier s'est plus spécialement arrêtée, dans son examen des Ouvrages adressés pour le concours, à ceux de M. **Sanson**, de M. E. **Gilbert**, de MM. **Sabouraud** et **Mauclaire**.

La Science doit à M. Sanson, outre son Traité de l'Hérédité, présenté au concours, et celui de Zootechnie en cinq volumes, une série de Mémoires, entre lesquels ceux relatifs au mal de montagne, à la Médecine vétérinaire et à l'Hygiène des animaux domestiques.

La Commission récompense en M. Sanson, par la moitié du prix Barbier, toute une vie consacrée à des études de Zootechnie qui ont éclairé, sur plusieurs points, la Thérapeutique des maladies de l'homme.

M. E. Gilbert, auteur de savantes études sur les poisons et les philtres, sur les sciences occultes, sur les vins et l'hygiène de la table au moyen âge, expose, dans le beau volume soumis à l'appréciation de l'Académie et qui a pour titre : *La Pharmacie à travers les siècles,* le résultat de ses longues recherches.

Cette œuvre de bénédictin, qui occupa son auteur durant vingt ans, vit ses débuts encouragés par notre Compagnie qui, sur le rapport de M. Dumas, lui accordait en 1881 une mention honorable.

M. Gilbert, en faisant connaître les ressources que les Sciences naturelles, et la Chimie dès son berceau, fournirent à la matière médicale et à la Thérapeutique dans la succession des âges, guide, sur plus d'un point, la Thérapeutique actuelle.

En l'admettant aujourd'hui au partage du prix Barbier, l'Académie témoigne de l'intérêt qu'elle attache à des études qui, poursuivies avec persévérance au milieu de conditions peu favorables, éclairent la science moderne à la lumière du passé.

### *Rapport sur l'Ouvrage de M.* Sanson « *Sur l'Hérédité* ».

L'Ouvrage extrêmement intéressant que présente M. Sanson est remarquable par la clarté d'exposition des faits et des doctrines, et par la connaissance profonde du sujet dont l'auteur donne partout des preuves.

Il croit avoir été le premier à reconnaître, et nous croyons qu'il a été au moins le premier à bien démontrer, que la puissance héréditaire se manifeste, chez les animaux, selon les deux modes de l'hérédité individuelle et de l'hérédité de races, et que ces deux modes sont constamment en antagonisme.

Il démontre que la puissance héréditaire des races, dite *atavisme,* finit toujours par l'emporter, tôt ou tard, sur l'individuelle et que là se trouve la raison de l'impossibilité, établie par les faits, de créer des types spécifiques nouveaux.

Il démontre aussi que la consanguinité ne met en jeu rien autre chose que l'hérédité. Il a, dès 1862, soutenu cette thèse, et lui et d'autres ont admis depuis lors que, dans les cas de consanguinité, il y a convergence des divers modes de la puissance héréditaire, ce qui rend l'hérédité infaillible.

Il importe de dire que les vues nouvelles de l'auteur ont été exposées par lui, soit en 1862, soit en 1866, et que l'important Ouvrage qu'il a publié récemment, et qu'il présente au concours pour le prix Barbier, contient des additions et des développements qui ajoutent à la force des arguments sur lesquels elles reposent.

La Commission accorde également une mention à M. **Sabouraud** pour son travail intitulé : *Contribution à l'étude de la Trichophytie humaine*.

Dans les maladies de l'homme ou des animaux, qui sont dues à la végétation sur la peau ou dans les poils du *Trichophyton tonsurans*, M. Sabouraud a été frappé des différences que présentent ces maladies au point de vue de la gravité et de la durée, et il lui a paru que ces intensités différentes qui se transmettent toujours les mêmes dans les inoculations successives tiennent à des différences dans la nature de l'agent contagieux. Il distingue un *Trichophyton microsporum* auquel serait due la teigne tondante rebelle de l'enfant et un *Trichophyton macrosporum* qui produirait la trichophytie de la barbe et des téguments. Il a poursuivi son étude au point de vue de l'anatomie du végétal et au point de vue des cultures.

Un fait intéressant c'est que, dans les périodes de guérison, des agents infectieux secondaires se trouvent mélangés dans l'épaisseur du poil aux spores de trichophyton. Et il se trouve que, si l'on fait des cultures des poils ainsi envahis par le champignon principal et par les microbes de l'infection secondaire, ces derniers se développent et nuisent à la végétation du Trichophyton.

Votre Commission vous demande enfin d'accorder une mention honorable à M. le Dr **Mauclaire**, Prosecteur à la Faculté, pour un Mémoire très important ayant pour titre : *Des différentes formes d'ostéo-arthrites tuberculeuses, de leur traitement par la méthode sclérogène* pure ou combinée avec l'arthrectomie précoce et répétée, le curetage et les résections atypiques, surtout chez l'enfant.

Ce travail, aussi remarquable par le fond que par la forme, basé sur l'Anatomie pathologique, la clinique et l'expérimentation, renferme des observations nombreuses et un parallèle très intéressant entre la méthode

sclérogène et les autres modes de traitement des ostéo-arthrites tuberculeuses.

La partie historique y est traitée avec un soin particulier.

Le prix Barbier est partagé entre M. É. **Gilbert** et M. **Sanson**.

Des mentions honorables sont accordées à MM. **Sabouraud** pour son travail sur la Trichophytie et à M. **Mauclaire** pour ses études sur l'ostéo-arthrite tuberculeuse.

## PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Brown-Séquard, Bouchard, Verneuil, Guyon ; Marey, rapporteur.)

Suivant les clauses du legs, la Commission a partagé cette année la rente annuelle du prix Bréant entre quatre savants. Deux d'entre eux, MM. **Netter** et **Thoinot**, sont récompensés en commun pour leurs travaux sur les récentes épidémies de choléra en France. Les autres lauréats sont M. le D[r] **Gimbert** et M. le professeur **Burlureaux**, tous deux auteurs de travaux relatifs au traitement de la tuberculose pulmonaire par les injections hypodermiques d'huile créosotée.

*Rapport sur les travaux de MM.* Netter *et* Thoinot *sur les récentes épidémies de choléra.*

Les Mémoires et Rapports adressés par ces auteurs à l'Académie ont été rédigés à l'occasion de diverses missions dont ils ont été chargés par le Gouvernement en 1892.

Ces travaux comprennent :

1° Des recherches bactériologiques sur l'épidémie de la banlieue de Paris;

2° Une enquête sur le choléra dans le département de la Seine;

3° Une enquête sur l'épidémie de Seine-et-Oise;

4° Enquête à Houdreville (Meurthe-et-Moselle);

5° Enquête à Marseille;

6° Enquête à l'Asile de Bonneval;

7° Enquête en Bretagne.

Ces Rapports, faits en commun par MM. Netter et Thoinot, ont été rédigés parfois avec la collaboration de MM. Brouardel, Proust et Pompidor.

Le travail bactériologique a fourni la preuve que, dans toutes les épidémies en question, il s'agissait bien du choléra vrai caractérisé par la présence du bacille-virgule. Mais les auteurs ont montré que ce bacille, tout en se comportant de la manière indiquée par Koch, présentait certains caractères particuliers. Les divers auteurs qui depuis ont étudié les mêmes épidémies ont confirmé l'exactitude des observations de MM. Netter et Thoinot, principalement en ce qui concerne l'action du bacille sur le lait.

L'enquête de MM. Netter et Thoinot constate la longue immunité de Paris alors que la banlieue était envahie par l'épidémie. Ce résultat semble se rattacher à la provenance diverse des eaux qui alimentent les diverses localités. Les auteurs montrent en effet que, dans le département de la Seine, l'intensité et la gravité de l'épidémie ont toujours été en raison directe du degré de pollution des eaux distribuées aux habitants des localités suburbaines. L'épidémie d'Argenteuil, par exemple, ne laisse aucun doute sur l'origine du fléau qui apparaît avec une grande gravité au moment précis où la population reçoit de l'eau prise dans la Seine, en aval de Paris, au point où elle est le plus souillée. Les épidémies de Sarcelles et de Gonesse sont des exemples de l'infection de la nappe d'eau souterraine.

Mais, si l'eau est le véhicule ordinaire du contage, ce n'en est pas le véhicule unique; en effet, l'épidémie qui a éclaté au mois d'avril dans la maison de Nanterre montre la part considérable que peut avoir la contagion directe.

Ces enquêtes n'avaient pas seulement pour but l'étude des causes des épidémies, les auteurs étaient chargés d'en prévenir le retour et d'en arrêter les progrès. Le matériel dont le service sanitaire dispose aujourd'hui a fourni la preuve de son efficacité, car, à la suite des mesures prises pour combattre le choléra, les localités envahies ont été moins gravement atteintes que dans les épidémies antérieures et la durée du fléau a toujours été abrégée. La comparaison du nombre des décès de 1892 et des autres années a montré l'heureuse influence de divers travaux d'assainissement et en particulier de l'adduction d'eaux à l'abri de toute souillure.

Enfin, MM. Netter et Thoinot ont été chargés d'organiser les mesures de défense à nos frontières du Nord et de l'Est. Les postes sanitaires qu'ils ont installés sur les voies ferrées et sur les canaux n'ont nullement entravé les communications. La visite médicale avec délivrance de passeports, la désinfection du linge de corps souillé se sont effectuées régulièrement. Or, quelque opinion qu'on se fasse sur l'efficacité de ces mesures, il n'en est

pas moins vrai que l'enquête démontre qu'il n'y a pas eu en France un seul cas de choléra qui ait eu pour origine l'introduction de la maladie par les frontières de terre.

L'importance des travaux de MM. **Netter** et **Thoinot**, l'évidence des heureux effets de leur intervention dans les récentes épidémies cholériques, ont frappé votre Commission; c'est pourquoi elle a inscrit en première ligne ces auteurs comme lauréats du prix Bréant.

*Rapport sur les travaux de M.* Gimbert *sur le traitement de la tuberculose pulmonaire par la créosote vraie.*

On sait quelle importance est attachée à l'emploi de la créosote contre la tuberculose pulmonaire, depuis que MM. Bouchard et **Gimbert** ont employé cette substance, après avoir réussi à l'obtenir à l'état de pureté, et surtout depuis leur publication, en 1877, d'un Mémoire remarquable sur le traitement de la phtisie pulmonaire par la *créosote vraie*. La difficulté, cependant, de faire prendre assez de ce médicament par la bouche, conduisit notre confrère M. Bouchard, en 1874 et 1875, à faire des essais d'injections d'huile créosotée. Ces essais n'ayant pas été suffisants, M. Gimbert les reprit, en 1886. Il constata bientôt ce point important, c'est qu'il évitait de causer de la douleur, ou tout au moins de vives douleurs, en faisant l'injection avec une grande lenteur. Ceci étant établi, ce savant médecin a, le premier, constaté qu'il est possible d'injecter dans un même point des doses très considérables d'huile créosotée, à raison de 30$^{gr}$ par heure. Cette opération est devenue possible grâce à l'invention due à l'auteur d'un appareil injecteur agissant automatiquement.

Il est vrai, cependant, que le principe sur lequel est fondé cet appareil n'est pas nouveau, puisqu'il s'agit de l'emploi d'air comprimé pour faire l'injection, mais c'est la première fois que cette force a été mise en usage pour l'introduction d'un liquide sous la peau.

Dans un travail publié par l'auteur, en 1889, il a établi que l'huile d'olive peut être neutralisée par des lavages à l'alcool absolu; qu'une température de 110° suffit pour la stériliser et que la solution de cette huile, au quinzième de créosote vraie, respecte intégralement la structure et les fonctions du tissu sous-cutané. Il a pu ainsi faire plus de 3000 injections et obtenir de très importants effets thérapeutiques surtout dans des cas de tuberculose en évolution.

Ces résultats nous semblent assurément dignes d'un prix et la Commis-

sion propose de donner cette grande récompense à M. **Gimbert**, sur les revenus de la somme du legs Bréant.

*Rapport sur un Ouvrage manuscrit de M.* Burlureaux, *sur le traitement de la tuberculose pulmonaire par des injections sous-cutanées d'huile créosotée.*

M. **Burlureaux** présente au concours du prix Bréant un Ouvrage manuscrit très considérable sur le traitement de la tuberculose pulmonaire par la créosote.

La Science et la pratique doivent à ce médecin d'avoir rendu beaucoup plus utile l'instrument de M. Gimbert pour les injections sous-cutanées d'huile créosotée. Avec l'injecteur de M. Burlureaux, il n'est pas nécessaire que le médecin surveille le travail qui s'opère ou intervienne de temps en temps pour donner une nouvelle impulsion à l'écoulement. L'injection se fait ou peut se faire automatiquement pendant nombre d'heures et même pendant une journée entière avec une vitesse régulière et toujours la même de 42 gouttes par minute.

L'auteur croit avoir établi le premier que, dans certaines circonstances, des tuberculeux ne peuvent pas tolérer, sans certains effets toxiques qu'il décrit avec soin, des doses même assez minimes d'huile créosotée. Quant à des doses très élevées, il a pu en faire l'emploi sans aucun risque et avec des avantages proportionnels à la dose, grâce à la connaissance qu'il a obtenue des premiers signes d'intoxication indiquant quand il faut arrêter l'injection.

Son appareil a été employé avec profit par lui et par plusieurs médecins militaires dans des cas de choléra où il a pu injecter jusqu'à $3^{\text{lit}}$ d'eau salée par jour, sans occasionner de douleur locale.

L'Ouvrage du Dr **Burlureaux** est plein d'observations cliniques recueillies avec les plus grands détails, qui donnent de nouvelles preuves de l'immense importance de l'emploi de la créosote dans la tuberculose pulmonaire.

Nous croyons que l'Ouvrage de ce médecin mérite une grande récompense, et nous proposons qu'un prix lui soit donné sur le revenu de la somme du legs Bréant.

Une mention honorable est accordée à M. le Dr **Galliard** pour ses travaux relatifs au choléra.

## PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Guyon, Bouchard, Sappey; Verneuil, rapporteur.)

Votre Commission vous propose d'accorder ce prix à M. le Dr **Tourneux**, professeur d'Histologie à la Faculté de Médecine de Lille, actuellement à Toulouse, pour un magnifique Atlas où sont représentées toutes les phases du développement des organes génitaux de l'homme avec une annexe consacré à montrer l'évolution de la glande mammaire chez l'homme et le bœuf.

226 figures, réparties en 20 planches d'une exécution irréprochable et accompagnées de notes explicatives très bien rédigées, font de ce travail une œuvre de premier ordre qui honore l'auteur et la Faculté qui lui a fourni les moyens de mener à bien une telle entreprise; on voit par là que la science transcendante trouve toujours des apôtres dans notre pays.

M. le Dr **Tourneux** a déjà publié plusieurs Mémoires importants sur le développement de diverses parties des organes génito-urinaires dans les deux sexes. Cette série, commencée en 1882, sera, nous l'espérons, complétée prochainement, grâce à l'activité de l'éminent professeur.

## PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Ranvier, Bouchard, Chauveau, Verneuil; Edm. Perrier, rapporteur.)

La Commission chargée d'examiner les œuvres présentées pour le Concours du prix Serres sur *l'Embryogénie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine* a distingué trois ouvrages d'égal mérite scientifique, à chacun desquels elle propose d'attribuer un prix. Ce sont :

1° Un Mémoire de M. **Pizon**, agrégé de l'Université, docteur ès sciences, professeur d'Histoire naturelle au lycée de Nantes, intitulé : *Histoire de la blastogenèse chez les Botryllidés;*

2° Un travail de M. **Sabatier**, doyen de la Faculté des Sciences de Montpellier, sur la *Spermatogenèse chez les Crustacés décapodes;*

3° Un livre de M. le docteur **Letulle**, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, sur *l'Inflammation*.

I. Le Mémoire de M. Pizon est purement embryogénique et répond absolument, en conséquence, au programme du prix Serres. Il traite avec une rigueur, une habileté de technique et une pénétration remarquables un sujet limité en apparence, mais qui touche à la fois à plusieurs des questions les plus importantes de l'Embryogénie générale.

Les Botryllidés sont des Tuniciers appartenant à l'ordre des Ascidies composées. Ils forment, à la face inférieure des rochers sous-marins, de larges plaques foncées, sur lesquelles se détachent par leurs vives couleurs des étoiles formées chacune d'un certain nombre d'Ascidies ayant un cloaque commun. Laissant de côté la segmentation de l'œuf et le mode de formation des feuillets embryonnaires qui ont été l'objet de nombreux travaux antérieurs à ses recherches, M. Pizon s'est proposé de déterminer :

1° Comment se forment les organes de l'Ascidie unique ou *oozoïde* que produit chaque œuf et qui est le point de toute colonie;

2° Comment de cet *oozoïde* procède la première étoile de chaque plaque;

3° Comment enfin se multiplient les étoiles dont l'ensemble constitue une colonie.

Parmi les faits nouveaux découverts par M. Pizon relativement au mode de formation de la cavité péribranchiale, de l'organe vibratile et des divers appareils de l'oozoïde, nous signalerons surtout l'origine entodermique du péricarde, du cœur et des vaisseaux, l'origine exclusivement mésodermique du système nerveux et des éléments génitaux. C'est là une nouvelle preuve que les feuillets blastodermiques n'ont pas, dans la formation des systèmes, le rôle constant qu'on leur a longtemps attribué. De plus, les transformations que subit la vésicule entodermique, son rôle dans la formation de la branchie, du tube digestif, du sac péribranchial, de l'organe vibratile, établissent entre les larves ou les jeunes bourgeons d'Ascidies et les larves d'Échinodermes une ressemblance aussi frappante qu'inattendue. Étant donnée la parenté qui, suivant un grand nombre de zoologistes, existerait entre les Tuniciers et les Vertébrés, l'identité d'évolution des Tuniciers et des Échinodermes, constatée par M. Pizon, nous met en présence d'une alternative dont les deux termes sont également importants : ou bien on doit admettre entre les Vertébrés et les Échinodermes une parenté qui n'a jusqu'ici rencontré que peu de créance, ou bien les processus embryogéniques n'ont pas, au point de vue de la détermination des affinités zoologiques, toute la valeur qu'on leur attribue.

En étudiant le mode de formation de la première étoile de chaque colonie, M. Pizon est arrivé à des résultats non moins dignes d'attention.

Précisant, rectifiant et complétant les observations de Krohn, Metschnikoff, Giard, della Valle, etc., il constate que l'oozoïde, bien avant d'avoir atteint tout son développement, produit, par un phénomène très remarquable d'*accélération embryogénique*, les rudiments de deux nouveaux individus ou *blastozoïdes*.

L'organogenèse de ces derniers est calquée sur celle de l'oozoïde, et la production des bourgeons est aussi précoce chez eux et dans toute la série de leurs descendants que chez l'oozoïde. L'oozoïde et la première génération de blastozoïdes n'ont qu'une existence transitoire; c'est la deuxième génération de blastozoïdes qui constitue la première étoile; celle-ci n'a que quatre rayons, mais de nouveaux rayons sont ensuite incessamment produits, par suite de la continuation du bourgeonnement.

Le développement de l'appareil génital établit entre l'oozoïde et la série entière des générations de blastozoïdes qui en procède un lien physiologique des plus singuliers. Les éléments génitaux produits par l'oozoïde et par les cinq premières générations de blastozoïdes passent *en totalité* dans la sixième. Là seulement les éléments les plus âgés arrivent à maturité et sont transformés en ovules prêts à être fécondés. Les éléments génitaux de la sixième génération de blastozoïdes et ceux de toutes les générations qui suivent se divisent désormais en deux groupes : un premier groupe fournit des ovules qui s'ajoutent au stock des ovules transmis à chaque individu par les générations antérieures et qui continuent par la suite leur émigration; un deuxième groupe se transforme en un testicule dont les spermatozoïdes fécondent sur place les ovules parvenus à maturité. Les blastozoïdes dans lesquelles la fécondation s'est accomplie se résorbent bientôt, et les produits de leur dégénérescence servent à nourrir les blastozoïdes plus jeunes. En général, à partir de la sixième génération de blastozoïdes, les ovules doivent émigrer dans trois générations successives, non compris celle où ils se sont formés, avant d'être fécondés.

Si maintenant l'on suppose que la production des ovules s'active graduellement de manière que leur ensemble finisse par former, durant l'émigration, un cordon continu sans cesse en voie d'élongation, ce cordon deviendra une sorte d'ovaire commun à plusieurs individus, comme on le voit chez les Pyrosomes et surtout chez les Salpes, dont la singulière génération alternante se rattache facilement par les règles ordinaires de l'accélération embryogénique et de l'adaptation aux faits fondamentaux découverts par M. Pizon chez les Botryllidés.

II. Le travail de M. **Sabatier** sur la Spermatogenèse chez les Crustacés décapodes fait partie, pour ainsi dire, de la préface de l'embryogénie. C'est un ensemble capital de recherches délicates, approfondies, conduites avec toutes les ressources d'une technique savante sur l'origine et le mode de formation des spermatozoïdes de forme si variée, si bizarre que produisent les Décapodes.

Il résulte des recherches de M. Sabatier que, dans la couche protoplasmique continue, parsemée de nombreux noyaux, qui forme la paroi testiculaire, se différencient autour des noyaux de grosses *spermatogonies*. Ces dernières, par une division indirecte, trois fois répétée, et dont toutes les phases ont été soigneusement suivies, produisent les *spermatoblastes*.

Les spermatoblastes sont des éléments sphéroïdaux, contenant un noyau. Bientôt, au-dessous du noyau que l'on peut considérer comme caractérisant la partie supérieure du spermatoblaste, apparaît une vésicule claire. Peu à peu le noyau se désagrège; les produits de sa désagrégation et le protoplasma qui les entoure forment, en général, un appendice qui occupe le pôle supérieur de l'élément; la chromatine semble, pendant ce temps, abandonner le noyau pour venir se rassembler dans la région supérieure de la vésicule claire, qu'elle transforme en une sorte de *coupole chromatique;* du pôle supérieur de cette coupole descend souvent, chez les Décapodes marcheurs, une sorte de tigelle également chargée de chromatine. Le protoplasma qui entourait la vésicule claire primitive fournit les rayons rigides dont les spermatozoïdes de ces animaux sont si souvent entourés. Ces rayons manquent aux spermatozoïdes des Décapodes nageurs qui présentent simplement une tête assez complexe et une sorte de queue.

La signification de ces phénomènes de destruction du noyau et de migration de la chromatine demeure indécise, mais un rapprochement s'impose évidemment entre la destruction du noyau des spermatoblastes des Crustacés et la résorption que subit également le noyau chez les Infusoires ciliés en conjugaison. Au point de vue de la théorie de la fécondation, ce rapprochement est d'un haut intérêt.

III. Enfin M. le D^r^ **Letulle** a soumis au jugement de l'Académie un beau Livre sur l'*Inflammation,* développement des leçons qu'il a professées à la Faculté de Médecine de Paris et qui étaient appuyées sur de nombreuses études originales. On aurait pu s'étonner, il y a quelques années, de voir retenir dans un concours relatif à l'Embryologie un Livre sur l'In-

flammation; mais les recherches de Vialannes ([1]), de Kowalevsky et surtout de Metschnikoff ont révélé entre les processus du développement embryonnaire et ceux de l'inflammation des ressemblances assez grandes pour que ces processus soient aujourd'hui susceptibles de s'éclairer mutuellement. Le Livre de M. le D^r Letulle est conçu dans un esprit qui provoque ces comparaisons, et la Commission du prix Serres demeure, par conséquent, dans son rôle en réservant une récompense pour une œuvre, en apparence exclusivement et essentiellement médicale, mais sur laquelle planent cependant des conceptions qui ont pris leur source dans les recherches des embryologistes. M. le D^r Letulle adopte la théorie de l'inflammation de Conheim : *L'inflammation c'est la somme des différents processus débutant par la dilatation vasculaire, passant par la margination des leucocytes, pour aboutir à la transsudation de substances solides (diapédèse) et liquides (exsudats) appartenant au sang.* Son Livre est le développement basé sur des observations personnelles nombreuses de cette définition. Il passe successivement en revue le rôle et les transformations des endothéliums vasculaires, les diverses sortes de globules blancs migrateurs, fonctionnant ou non comme phagocytes, les dégénérescences et les modifications diverses que les éléments anatomiques peuvent éprouver sous l'action des diverses causes d'inflammation, parmi lesquelles les invasions bacillaires occupent un des premiers rangs. Douze planches coloriées accompagnent ce Livre didactique, remarquable par un sens critique qui porte constamment l'auteur vers les plus élevées des conceptions auxquelles ait donné naissance l'important Chapitre de Médecine dont il fait l'exposé.

La Commission, se basant sur cet ensemble de considérations, propose à l'Académie de diviser le prix Serres en trois parts : d'attribuer la principale à M. **Pizon**, auteur du travail le plus conforme au programme du prix; une fraction à M. le professeur **Sabatier**, dont le travail est moins embryogénique et traite un sujet plus restreint, et une fraction moindre à M. le D^r **Letulle**, dont le beau Livre contribuera à éclairer diverses questions fondamentales d'embryogénie, sans se rattacher directement à cette branche de la Science.

---

([1]) *Voir* surtout dans la partie de l'œuvre de ce savant, prématurément enlevé à la Science : *Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux* (*Annales des Sciences naturelles*, août 1882, 1^er article, p. 151).

## PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Bouchard, Brouardel, Brown-Séquard, Mascart; Chauveau, rapporteur.)

Le prix Parkin n'est pas décerné cette année.

## PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Brown-Séquard; Baron Larrey et Guyon, rapporteurs.)

La Commission du prix Bellion a l'honneur de proposer à l'Académie d'attribuer deux prix à MM. les docteurs **C. Chabrié** et **Coustan**.

Sous le titre de : *Contribution à l'étude expérimentale de la fonction du rein,* M. Chabrié, qui est à la fois docteur ès sciences et docteur en médecine, a entrepris une série de recherches destinées à éclairer la physiologie d'un organe dont le fonctionnement normal a une influence si prépondérante sur la santé de l'homme et par cela même sur les destinées de l'espèce humaine. L'auteur est donc bien dans la donnée que le testateur indique à ceux qui concourent pour le prix qu'il a fondé.

Le travail de M. Chabrié comprend trois Parties. La première est consacrée à l'exposé d'ingénieuses expériences, la seconde à l'étude de l'élimination par le rein des malades dits urinaires; dans la troisième, il fait connaître une substance nouvelle, *l'albumone,* qui existerait normalement dans le sang. Cette substance se rapproche des ferments solubles de l'urine, mais s'en distingue parce qu'elle n'a pas comme eux la propriété de fluidifier l'empois d'amidon. Je ne veux insister que sur les recherches originales qui ont permis à l'auteur d'établir l'influence du volume moléculaire sur l'élimination des substances qui traversent le rein.

Dans une première série d'expériences, M. Chabrié montre que, lorsqu'une solution aqueuse contenant des corps de composition élémentaire analogue, des composés azotés par exemple, tels que l'urée et la sérine, traverse un filtre de terre poreuse sous pression, le composé de petit volume moléculaire, l'urée, traverse plus vite le filtre que le composé de plus grand volume.

Il montre ensuite que lorsqu'une solution contient deux composés de grand volume moléculaire, c'est celui des deux qui a le moindre volume qui passe le plus rapidement. Par exemple, la sérine traverse plus vite le filtre que l'hémoglobine contenue dans la même solution.

Il fait voir enfin que, lorsqu'une solution d'albumine chemine à travers un tube capillaire suffisamment fin, les premières portions du liquide qui passent sont les moins concentrées, ce qui démontre encore la difficulté relative avec laquelle les grosses molécules cheminent dans les espaces capillaires.

Passant de l'expérimentation à l'observation, M. Chabrié a pu confirmer l'importance des données fournies par l'étude physique par lui poursuivie. C'est ainsi que, dans l'hémoglobinurie paroxystique *a frigore*, l'auteur a pu constater que les principes azotés, tels que l'urée, sont excrétés autant ou plus abondamment pendant la crise qu'auparavant et que la quantité de sérine est considérable par rapport à celle de l'hémoglobine.

M. Chabrié se garde du reste d'attribuer à la notion des volumes moléculaires une part plus grande qu'il ne convient pour l'étude physiologique de la fonction du rein. Il distingue dans cette fonction la *partie physique*, qui aboutit à l'élimination des produits du sang qui passent par cet organe sans y subir de transformation appréciable, et montre par des exemples tirés de la présence de l'acide hippurique, de la créatinine et de la cystine dans les urines, qu'à côté de l'étude de la partie physique, les recherches sur la fonction du rein nécessitent aussi l'étude d'une *fonction chimique*.

C'est en raison du caractère scientifique du travail de M. Chabrié et de la très intéressante contribution qu'il apporte à la Physiologie et à la Pathologie, que votre Commission a attribué à l'auteur une part principale du prix Bellion.

### *Rapport de M.* le baron Larrey.

Le concours du prix Bellion avait reçu, pour cette année, un volumineux manuscrit de deux cents pages in-folio, intitulé : *De la fatigue dans ses rapports avec l'étiologie des maladies des armées*. L'auteur, M. le Dr Coustan, médecin-major de 1re classe, en retraite, des hôpitaux, expose une question nouvelle dans son ensemble et dans la plupart de ses parties, comme le témoigne la classification précise des six chapitres de son œuvre inédite.

C'est la recherche des causes et des effets de la fatigue, dans les exercices et les manœuvres militaires, dans les marches prolongées ou forcées, depuis les efforts les plus faciles, jusqu'à l'excès de leur influence. Ici se

présente la question complexe dite du *surmenage*, appliquée à toutes les situations de la vie militaire, sujet encore neuf et rempli d'intérêt, parce qu'effectivement la troupe est souvent malade, sous des formes et dans des conditions inhérentes à son genre de vie. M. le médecin-major Coustan le démontre par les recherches pratiques les plus suivies et les plus probantes, commencées par lui dans la marine, poursuivies dans l'armée et décrites dans la retraite du service actif.

Le Chapitre I emprunte à l'histoire ancienne des citations de Tite-Live sur les armées romaines en campagne, d'après un Consul romain, démontrant à ses soldats que les Gaulois, malgré leur haute taille et leur force physique, ne résistent pas, après le premier choc, aux ardeurs du soleil, aux fatigues de la marche, aux souffrances de la soif et de la faim, et aux excès de la fatigue.

L'auteur expose ensuite les effets physiques des campagnes de guerre, dans les temps modernes, d'après Pringle, Monro, Ramazzini et d'autres, précurseurs des médecins militaires de notre époque.

De nombreux faits historiques démontrent les conséquences morbides de la fatigue, chez les soldats en campagne et, dans diverses conditions, parmi de trop jeunes soldats, une effrayante mortalité. Les recherches de l'auteur, à cet égard, offrent un intérêt spécial et méritent d'être appréciées par tous les médecins de l'armée.

Le Chapitre II, offrant d'abord un aperçu de la *physiologie du mouvement*, expose la physiologie de la fatigue et son tableau clinique, depuis la simple courbature, ou le degré le plus faible de la fatigue musculaire, jusqu'à l'état de rigidité presque cadavérique, dont meurent souvent les animaux, et quelquefois les hommes, *forcés* par l'excès de la fatigue.

Le Chapitre III analyse les recherches d'autres observateurs, notamment relatives à l'*urologie de la fatigue*, en s'éclairant des travaux de M. le professeur Bouchard sur le degré variable d'état toxique des urines.

Ce Chapitre tout entier atteste le mérite personnel du Dr Coustan, qui, pendant des marches forcées de la troupe, a fait sur lui-même des remarques intéressantes, confirmant aussi, d'autre part, les intéressantes recherches de M. Marey sur la locomotion de l'homme.

Le Chapitre IV, décrivant les excès de la fatigue, pourrait s'appeler le Chapitre du *surmenage*, soit des maladies produites par cette cause, soit des maladies préexistantes qu'elle réveille et aggrave. C'est tantôt un surmenage progressif et prolongé, tantôt rapide et violent, chez les jeunes soldats dont la croissance n'est pas achevée.

Le Chapitre V offre une étude nouvelle de l'auteur sur les maladies fréquemment dues à la fatigue et au surmenage des soldats, c'est-à-dire à l'excès des exercices, des manœuvres et des marches forcées, dans les conditions diverses de la vie militaire et sous les influences multiples, natives ou acquises, de la pathologie humaine.

Le Chapitre VI et dernier a en vue la *prophylaxie de la fatigue* et commence par la nécessité d'un recrutement méthodique, bien dirigé, pour faire supporter au soldat les lassitudes de la guerre, lorsqu'il s'agit par exemple de la formation des armées de terre et de mer, pour entrer en campagne, alors qu'aujourd'hui, le service militaire est obligatoire pour tous. Il est d'ailleurs incontestable, en principe, que les armées recrutées comme elles doivent l'être, et régulièrement entraînées, supportent mieux toutes les fatigues et résistent à tous les dangers de la guerre, plus que les masses recrutées et incorporées avec précipitation.

Il importe enfin que le vêtement et l'équipement complets méritent toute la sollicitude des autorités militaires, en vue surtout des fatigues à supporter, et obtiennent progressivement les améliorations nécessaires aux besoins du service et aux progrès de l'hygiène militaire.

Mais bornons là ce rapport, trop succinct peut-être pour apprécier, suivant son mérite, l'immense travail de M. le Dr **Coustan** *Sur la fatigue, dans ses rapports avec l'étiologie des maladies des armées.*

## PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, baron Larrey, Brown-Séquard; Verneuil, rapporteur.)

Votre Commission vous propose d'accorder ce prix ou de donner l'intérêt de la somme à M. le **Dr Herrgott**, l'éminent professeur honoraire à la Faculté de Nancy, bien connu pour ses beaux travaux d'Obstétrique et son remarquable enseignement à Strasbourg jadis, puis à Nancy.

L'Ouvrage que nous vous proposons de récompenser aujourd'hui est recommandable à deux titres :

La première Partie est la traduction en français avec nombreuses annotations, additions et figures de la célèbre histoire de l'Obstétrique de *G.-J. de Siebold*. M. Herrgott, en érudit accompli, a profité de cette occasion pour étudier à son tour quelques anciens auteurs, tels que Soranus, Moschion et

d'autres encore, sur les œuvres et la personnalité desquels régnait encore beaucoup d'obscurité.

La seconde Partie, intitulée modestement *Appendice*, qui ne forme pas moins d'un gros volume, renferme une série de travaux originaux d'un très grand intérêt qui montre que, chez M. **Herrgott**, le clinicien est à la hauteur du savant.

Les étrangers, rendant hommage au grand mérite de l'Appendice, se sont empressés d'en faire une traduction.

## PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Charcot, Bouchard, Marey, Ranvier; Brown-Séquard, rapporteur.)

Un habile anatomiste, M. **Trolard**, professeur à l'École de Médecine d'Alger, nous a présenté, pour le prix Lallemand, de nombreux travaux d'Anatomie du système veineux du crâne, de l'encéphale et du canal vertébral. Ses découvertes, dont les principales ont été vérifiées par plusieurs savants distingués, l'ont depuis longtemps placé très haut parmi les anatomistes français.

Parmi les nombreux faits originaux qu'il a publiés, nous nous bornerons à signaler les suivants :

Il a décrit le premier des réservoirs ou lacs sanguins en communication avec les sinus veineux du crâne et surtout le sinus longitudinal supérieur.

Il a découvert une veine nouvelle, qui porte son nom et qui établit une large communication entre les sinus de la base du crâne et le longitudinal supérieur.

Il a aussi trouvé un nouveau sinus placé dans la suture pétro-occipitale, et une veine nouvelle qui sert de dégorgement aux sinus de la base du crâne.

Il a signalé le premier la présence d'un confluent veineux dans la fosse condylienne antérieure, où convergent cinq veines ou sinus.

Il a décrit le premier un hexagone veineux correspondant à l'hexagone artériel classique.

On lui doit d'avoir montré que les artères encéphaliques sont enveloppées d'un appareil veineux particulier.

Ses recherches extrêmement nombreuses sur les vésicules de Pacchioni ont établi d'une manière positive le rôle que jouent ces petits organes

dans la cavité cranienne. Ils servent de rivets, passant à travers les membranes cérébrales, donnant au cervelet et aux hémisphères cérébraux leur fixité. Il a montré que la faux du cerveau, grâce à ces rivets, devient une tente intercérébrale ayant le même rôle que possède la tente du cervelet pour ce dernier organe. Il a étudié avec le plus grand soin les points d'attache de la faux du cerveau avec les hémisphères et avec la pie-mère qui vient des ventricules et les lames qui proviennent des sillons de la partie postérieure des hémisphères.

Il a fait voir que la pituitaire doit être considérée comme une prolongation de la dure-mère.

Il a décrit le premier une fosse olfactive et une expansion de la dure-mère formant, dans cette fosse, une tente olfactive.

On lui doit un excellent travail, riche en faits nouveaux, sur les méninges spinales, les nerfs sacrés et le filum terminale. Dans ce travail il a établi, contrairement à ce qui était admis, que le cul-de-sac méningien s'arrête au niveau de la seconde vertèbre sacrée. Le filum terminale, ainsi qu'il l'a fait voir, contrairement aux idées erronées qui avaient cours, est composé de nerfs sacrés et d'éléments fibreux. Il a simplifié considérablement ce qui était connu à l'égard du système veineux vertébral et nettement établi que tout peut être ramené à l'existence de deux canaux principaux dont l'origine est au confluent condylien antérieur et la terminaison au niveau de la seconde vertèbre sacrée.

Les découvertes et les travaux originaux de M. **Trolard** sont les uns si importants, les autres si intéressants que la Commission, à l'unanimité, propose à l'Académie de lui donner le prix Lallemand.

## PHYSIOLOGIE.

### PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPERIMENTALE).

(Commissaires : MM. Marey, Brown-Séquard, Charcot, Bouchard; Chauveau, rapporteur.)

La Commission décerne deux prix :

L'un à M. **Laulanié**, pour ses *Recherches expérimentales sur les variations corrélatives de la thermogenèse et des échanges respiratoires;*

L'autre à MM. **Abelous** et **Langlois**, pour leurs *Recherches sur la physiologie des capsules surrénales*.

La Commission accorde de plus deux mentions très honorables à M. **A.-B. Griffiths** et à M. **L. Crié**.

L'étude simultanée de la thermogenèse et des échanges respiratoires, inaugurée par Dulong et par Despretz, présente de grandes difficultés. Elles ont éloigné de cette méthode le plus grand nombre des physiologistes qui se sont voués à la recherche des lois de la calorification dans ses rapports avec la respiration. M. **Laulanié** est un des physiologistes, assez rares, qui se sont attachés à cette étude simultanée; il l'a appliquée à un grand nombre de cas divers.

Son premier soin a été de se créer un outillage commode, permettant la multiplication des expériences et les comparaisons nombreuses. Il ne saurait être décrit ici avec détail. C'est un appareil Regnault et Reiset modifié et transformé en calorimètre à rayonnement. Ce calorimètre inscrit automatiquement les quantités de chaleur produite et d'oxygène absorbé, au moyen de dispositifs nouveaux créés par M. Laulanié.

L'auteur, à l'aide de cette instrumentation, a pu étudier successivement la plupart des influences capables de modifier la respiration et la production de la chaleur. Voici, en effet, les conditions variées dans lesquelles M. Laulanié a cherché la loi des variations de la thermogenèse et des échanges respiratoires :

1° L'inanition;

2° Le régime hydrocarboné;

3° Le régime animal;

4° L'état d'activité du système musculaire;

5° Les conditions modifiant le rayonnement du corps et la perte de chaleur qui en résulte : tonte, vernissage de la peau, etc.

Nombreux sont les renseignements nouveaux recueillis, avec précision, sur l'oxygène absorbé, l'acide carbonique exhalé et la chaleur produite, dans les expériences de l'auteur. On y trouve de précieuses indications qu'apprécieront les physiologistes qui s'intéressent à la grande question des sources et de l'utilisation de l'énergie dans l'économie animale. Nous signalerons particulièrement l'un de ces renseignements.

Les résultats obtenus par M. Laulanié montrent qu'en somme, sauf une exception intéressante, sur laquelle nous allons revenir, les courbes de la thermogenèse et celles des deux coefficients respiratoires (absorption de l'oxygène, exhalaison de l'acide carbonique) suivent, au moins dans l'en-

semble, une marche assez sensiblement parallèle. C'est une indication précieuse en faveur de la théorie de la combustion, appliquée par Lavoisier aux transformations chimiques qui se passent dans l'économie animale. Ces transformations se présentent surtout avec la physionomie de phénomènes essentiellement aérobies. Mais ce n'est pas toujours le cas, et les recherches de M. Laulanié éclairent le mécanisme de certaines discordances observées entre la marche de la courbe de l'absorption de l'oxygène et celle de l'exhalaison de l'acide carbonique.

On sait depuis longtemps quelles sont les modifications que le régime introduit dans le quotient respiratoire. Sur le sujet en état d'inanition, ce quotient respiratoire est à son minimum. On en conclut, d'une part, que l'oxygène, introduit dans l'intimité de l'organisme par la respiration, se fixe en assez notable quantité dans les excreta solides et liquides ; d'autre part, que le processus aérobie des transformations chimiques, au sein des tissus, chez l'animal en état d'inanition, appartient bien tout entier au type des combustions pures et simples.

Si le sujet passe de l'inanition au régime exclusif de la viande, les deux coefficients respiratoires, absorption d'oxygène, exhalaison d'acide carbonique, augmentent l'un et l'autre, toujours en proportion de la quantité d'aliments ingérés, et la thermogenèse s'accroît sensiblement dans la même proportion. Aussi le quotient respiratoire se modifie-t-il peu, quoiqu'il tende à s'élever plus que chez le sujet à l'inanition. C'est une preuve que l'alimentation animale n'entame guère, si même elle l'atteint, le caractère aérobie du chimisme intime de l'organisme.

Si c'est au régime exclusivement hydrocarboné qu'est mis le sujet primitivement à l'inanition, les choses ne se passent plus de la même manière. Il intervient alors un processus essentiellement anaérobie. Le quotient respiratoire augmente considérablement; il peut même, comme on sait, dépasser l'unité. M. Laulanié a montré qu'en cette circonstance, il n'y a pas seulement discordance entre la courbe de l'acide carbonique exhalé et celle de l'oxygène absorbé. La courbe thermique est, comme cette dernière, en discordance avec la première. Cette courbe thermique suit seulement la courbe de l'absorption de l'oxygène. Il y a donc, dans le cas d'alimentation exclusive avec des aliments hydrocarbonés, une notable partie de l'acide carbonique exhalé en provenance d'un acte chimique qui ne participe en rien à la thermogenèse. Cet acte chimique n'est bien, comme le pensaient les chimistes et les physiologistes, qu'un dédoublement des hydrates de carbone en graisse, eau et acide carbonique, dédoublement

dans lequel les manifestations exothermiques et endothermiques se neutralisent.

Le calcul montre, en effet, que la somme des chaleurs de formation de ces trois produits du dédoublement diffère peu de la chaleur de formation du principe initial, l'hydrate de carbone : ce qui, d'après l'un des théorèmes fondamentaux de la *Mécanique chimique,* implique une réaction neutre au point de vue thermique. Or les déterminations thermogénétiques de M. Laulanié donnent aux indications théoriques une éclatante sanction.

D'autres indications fournies par les expériences de M. Laulanié montrent que le processus anaérobie intervient encore, quoique d'une manière incomparablement moins active, toutes les fois que la thermogenèse et les échanges respiratoires sont activés par un accroissement du travail physiologique des tissus de l'organisme. Les données nouvelles fournies à ce sujet par les travaux de M. Laulanié sont de celles qui sont appelées à être exploitées avantageusement dans l'établissement des lois de l'énergétique biologique.

MM. **Abelous** et **Langlois** ont répété les expériences bien connues de M. Brown-Séquard sur l'importance fonctionnelle des capsules surrénales et ont entrepris de vérifier la nature du rôle attribué par notre Confrère à ces organes. En utilisant les méthodes nouvelles de recherches et en s'adressant, non plus seulement aux Mammifères, mais encore aux Batraciens, les auteurs sont arrivés à constater un certain nombre de faits nouveaux qui confirment d'une manière fort intéressante les expériences et les vues du promoteur de cette importante question.

Pour faire ressortir l'intérêt de la contribution apportée par MM. Abelous et Langlois, nous résumerons les résultats qu'ils ont obtenus dans les propositions suivantes :

1° Lorsque l'ablation des capsules surrénales est pratiquée sur les grenouilles, elle amène la mort, comme chez les Mammifères, même lorsque cette ablation est incomplète, pourvu que la partie qui subsiste soit fort minime. La survie n'est observée que si la partie laissée en place équivaut, en poids, au onzième des organes complets.

2° La survie des grenouilles, après la destruction des deux capsules surrénales, est prolongée si l'on introduit des fragments de ces organes dans le sac lymphatique dorsal. Cette prolongation de la survie ne peut recevoir qu'une interprétation : les fragments introduits cèdent à la lymphe certains

principes qui se diffusent dans le sang et en neutralisent temporairement la toxicité.

3° Le sang des grenouilles acapsulées, recueilli peu de temps avant la mort, est toxique pour les grenouilles qui viennent d'être privées de leurs capsules. Injecté dans les veines, il fait survenir rapidement la paralysie et la mort.

Injecté dans les veines de grenouilles normales, le sang des cobayes acapsulés provoque, chez ces grenouilles, des phénomènes convulsifs et paralytiques.

4° Le poison qui se forme dans le sang, après la destruction des deux capsules surrénales, a une action analogue à celle du curare. Quand on répète, non plus avec du curare, mais avec du sang de grenouilles acapsulées, l'expérience classique de Cl. Bernard, montrant que ce sont les terminaisons nerveuses motrices qui sont touchées par le poison, on obtient exactement les mêmes résultats.

5° Chez des cobayes acapsulés, l'injection du suc dilué de capsules surrénales double la durée de la survie. Cette injection arrête les convulsions chez les animaux privés de ces organes.

6° Lorsque la greffe des capsules a réussi, chez des grenouilles, on peut extirper les deux capsules du porteur de la greffe sans causer la mort. Cette survie est due à l'action de l'organe greffé, car si on l'enlève, la mort a lieu exactement comme chez un animal sain auquel on a enlevé les deux capsules.

M. **A.-B. Griffiths** croit avoir trouvé une série de substances animales nouvelles, spécialement une globuline qu'il nomme *pinnaglobine;* quatre globulines incolores servant à la respiration chez divers Invertébrés; deux pigments respiratoires, dont l'un est nommé par l'auteur *échinochrome* et l'autre *hermérythrine;* une substance qu'il nomme *pufine;* une ptomaïne obtenue par la culture du *micrococcus tetragenus;* une leucomaïne; des ptomaïnes extraites des urines dans quelques maladies infectieuses. En outre de ces travaux, l'auteur a fait aussi des recherches sur l'histologie de quelques Invertébrés, sur les couleurs des insectes et sur la matière colorante du *micrococcus prodigiosus.*

M. **L. Crié** a publié des *Recherches botaniques, toxicologiques, physiologiques et thérapeutiques sur les champignons vénéneux et sur les Hyphomycètes pathogènes.* Ces recherches, qu'il serait trop long d'analyser, ont éclairé

quelques points restés obscurs dans l'histoire physiologique des végétaux inférieurs.

## PRIX LA CAZE (PHYSIOLOGIE).

(Commissaires : La Section de Médecine et Chirurgie ; MM. Chauveau, Ranvier, Milne-Edwards, Marey, rapporteur.)

M. d'Arsonval, à qui la Commission a décerné le prix pour 1893, a fait faire de grands progrès à l'étude des phénomènes physiques de la vie; il s'est occupé plus spécialement de la chaleur et de l'électricité animales. Il a créé lui-même un grand nombre d'instruments extrêmement ingénieux qui lui ont permis de faire des découvertes d'une haute importance et d'introduire en Physiologie des mesures d'une précision extrême.

En ce qui concerne la chaleur animale, M. d'Arsonval a substitué au calorimètre de glace, d'un emploi si difficile, des méthodes nouvelles qu'il a créées et qui permettent de mesurer exactement les *quantités* de chaleur dégagées par un être vivant quelconque et pendant un temps indéfini. Cette mesure se fait automatiquement, sans nécessiter de corrections, et les phases du dégagement de chaleur s'inscrivent, dans les appareils de M. d'Arsonval, sous forme d'une courbe continue dont l'analyse fournit tous les éléments nécessaires pour résoudre les questions naguère si obscures de la thermogenèse animale.

Les appareils à température constante de M. d'Arsonval sont aujourd'hui répandus dans tous les laboratoires; ils sont la base de ses appareils calorimétriques; en effet, la chaleur dégagée par l'animal se déduit de la quantité d'eau qui a traversé l'appareil et qui, y pénétrant à la température de zéro, en ressort à la température pour laquelle on a réglé le calorimètre.

L'Académie a déjà sanctionné la valeur de ces appareils en accordant deux fois à leur auteur le prix Montyon de Physiologie.

Avec ses divers calorimètres, M. d'Arsonval a pu résoudre les problèmes physiologiques suivants :

1° Influence du poids et de la taille de l'animal sur la quantité de chaleur qu'il dégage; 2° de l'espèce sur cette quantité de chaleur; 3° des téguments; 4° de la température ambiante; 5° de la pression barométrique; 6° de la composition du milieu respirable; 7° de l'abstinence; 8° de la digestion; 9° de la lumière et de l'obscurité; 10° de divers enduits appliqués sur la peau; 11° du développement embryonnaire; 12° de la fièvre; 13° des irritations périphériques; 14° des divers anesthési-

ques; 15° du repos et de l'activité musculaires; 16° de la sécrétion cutanée, etc.

Ce savant a également déterminé le coefficient de partage de la chaleur émise par le poumon et par la surface du corps. Il a montré les causes d'erreur que l'on pourrait commettre si l'on voulait apprécier, d'après la température propre à une espèce animale, la quantité de chaleur qu'elle produit.

Pour les mesures délicates de température, l'auteur a également imaginé des appareils thermo-électriques spéciaux avec lesquels il observe, au sein des tissus, les plus faibles variations de température. C'est avec ces appareils qu'il a montré ce fait surprenant qu'une excitation nerveuse, insuffisante pour produire dans un muscle un mouvement appréciable, amène cependant dans ce muscle une production de chaleur et une augmentation des combustions organiques, même *en l'absence de toute circulation sanguine*.

Dans le domaine de l'électrophysiologie et des applications de l'électricité à la thérapeutique, M. d'Arsonval a réalisé des découvertes peut-être plus importantes encore.

Ses divers appareils de mesures électriques, ses galvanomètres, ses électrodes impolarisables, ses excitateurs divers reposent sur des données absolument nouvelles. Leur grande précision et leur maniement facile les ont fait adopter aussi bien dans les laboratoires de Physiologie que pour les recherches industrielles.

Étudiant avec ses appareils la variation négative des nerfs et des muscles et la décharge des poissons électriques, M. d'Arsonval est arrivé à ramener tous ces phénomènes aux lois générales de l'électricité, et à montrer qu'ils se rattachent aux variations de la tension superficielle des éléments organiques conformément aux principes découverts par notre confrère Lippmann.

M. d'Arsonval a imaginé un nouveau *chronomètre électrique* pour mesurer la vitesse de l'agent nerveux à l'état sain et dans les différentes maladies. On lui doit aussi le *myophone* qui, traduisant par des sons téléphoniques les plus faibles vibrations musculaires, lui a permis de voir que, même en rigidité cadavérique, un muscle obéit encore à l'action de ses nerfs et que tous les tissus contractiles vivants séparés du corps réagissent à l'action de la lumière, comme le fait l'iris, suivant la découverte mémorable de notre confrère Brown-Séquard.

D'autres fois, M. d'Arsonval, transformant un muscle en un véritable télé-

phone, s'en est servi pour reproduire la vibration de la parole articulée, montrant ainsi que la fibre musculaire peut répondre parfois à plus de 5000 excitations par seconde.

Enfin, voulant donner par la synthèse une démonstration de ses théories sur la contraction musculaire, M. d'Arsonval a imaginé le *muscle artificiel*, élégant appareil qui, sous l'action d'un courant électrique, présente dans les éléments qui le constituent des changements de tension superficielle, et se raccourcit en produisant du travail.

Dans un autre ordre d'idées, M. d'Arsonval a cherché à régler les applications de l'électricité comme excitant des tissus vivants.

Le Congrès des Électriciens réuni à Paris en 1881 avait formulé le vœu de voir introduire en Physiologie et en Thérapeutique une mesure des excitations électriques les rendant toujours comparables entre elles. M. d'Arsonval a cherché à réaliser cette unification de l'excitant électrique. Il a montré que l'état variable du courant excitateur peut être défini par une courbe qu'il appelle la *caractéristique de l'excitation* et que cette courbe étant connue, on peut prévoir les effets que l'excitation devra produire sur les nerfs et sur les muscles.

Une fois maître des excitants qu'il emploie sur les organes vivants, M. d'Arsonval a tiré de ses méthodes d'utiles applications au diagnostic des maladies; il a montré, bien avant M. Tesla, les singuliers effets des excitations de très grande fréquence; ainsi, en employant les excitations de forme sinusoïdale de fréquence croissante, il a vu que le corps humain peut être impunément traversé par des courants puissants, répétés plusieurs millions de fois par seconde, tandis que ces mêmes courants auraient une action foudroyante si leur fréquence était réduite et ne produisait que quelques centaines d'excitations par seconde.

Mais ces courants de haute fréquence, s'ils sont inoffensifs, n'en ont pas moins des effets puissants sur l'organisme; ils produisent l'anesthésie locale, ils dilatent les vaisseaux et abaissent la pression du sang dans les artères; ils augmentent les échanges gazeux respiratoires.

Ainsi, M. d'Arsonval a doté la Thérapeutique de moyens nouveaux très précieux qui sont, d'une part, l'électrisation par les courants voltaïques de forme sinusoïdale à basse fréquence, avec lesquels il produit à volonté des excitations bien définies des muscles et des nerfs de l'homme, et, d'autre part, les courants de haute fréquence, avec lesquels il produit, par induction à distance, des effets qui semblent appelés à produire sur l'organisme de très utiles modifications.

Dans cet exposé sommaire des titres de M. d'Arsonval, nous avons dû passer sous silence un grand nombre de découvertes de Physique pure ou de Physiologie malgré l'intérêt qu'elles présentent.

Nous rappellerons toutefois, en terminant, les si intéressants travaux faits par l'auteur, en collaboration avec son maître, M. Brown-Séquard. C'est avec les ingénieux dispositifs créés par M. d'Arsonval, que les effets du poison pulmonaire ont été mis en évidence; c'est M. d'Arsonval qui a trouvé le moyen de stériliser à froid les liquides de l'organisme et de rendre facilement applicable une méthode thérapeutique qui a pris dans ces dernières années un si grand développement. Avec autant de modestie que de loyauté, notre savant Confrère M. Brown-Séquard, affirmait devant la Commission que la part de M. d'Arsonval est au moins égale à la sienne dans la découverte des propriétés des liquides organiques et dans la démonstration de ce fait, que le rein, en particulier, outre la sécrétion qui lui est propre, produit une sécrétion interne spéciale indispensable à la vie.

En présence de tant de travaux si importants et si divers, votre Commission a été unanime pour décerner à M. **d'Arsonval** le prix La Caze de Physiologie pour l'année 1893.

## PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Chauveau;
Brown-Séquard, rapporteur.)

La Commission n'a reçu qu'un Mémoire pour le prix Pourat, pour 1893. A l'unanimité des Membres présents elle a décidé de proposer à l'Académie de donner le prix à l'auteur de ce Mémoire, M. **E. Meyer**, chargé de Cours à Toulouse.

L'une des deux parties principales de ce travail consiste en recherches nombreuses et importantes sur la question de savoir si le rein, comme le testicule et le pancréas, glandes ayant des conduits excréteurs pour une excrétion ou sécrétion externe, possède aussi une sécrétion interne, servant à des usages importants après l'entrée dans le sang des éléments qui la composent. Depuis longtemps votre rapporteur avait émis l'idée que le rein est non seulement un organe donnant au sang des matériaux qu'il forme, mais que ces matériaux ont une très grande utilité. Avec M. d'Arsonval il a fait récemment des expériences qui viennent à l'appui

de cette idée, en montrant qu'après l'extirpation des deux reins chez des Mammifères, lorsque la mort va arriver, on donne encore de la force et une prolongation notable de vie à ces animaux en leur injectant sous la peau le suc dilué retiré de reins venant d'être enlevés à d'autres animaux.

M. Meyer a essayé de résoudre la question d'une autre manière. Il a pris la mesure des mouvements respiratoires chez des chiens, à l'état normal, puis, sous l'influence de l'état morbide engendré par l'absence des reins et enfin après des injections de suc dilué retiré de reins frais, soumis à des sections puis à la compression des morceaux obtenus. Il a ainsi pu constater, ce que montrent de beaux et nombreux tracés, que l'un des effets morbides dus à l'absence des reins, le phénomène respiratoire, connu sous le nom de *Cheyne-Stokes,* disparaît et que la respiration devient graduellement normale après l'injection de suc rénal. C'est là une excellente démonstration que quelque chose qui manquait au sang par suite de la cessation d'une sécrétion interne des reins lui est donné par le suc extrait de reins.

D'autres expériences de M. Meyer conduisent à des conclusions semblables. D'une part, il a trouvé que le sang veineux rénal ou le sang d'un animal ayant ses reins, injecté chez un autre animal privé de reins, améliore la respiration troublée de celui-ci; d'autre part, il a constaté que si l'on transfuse du sang d'un animal, privé de reins depuis assez longtemps, chez un animal auquel on vient d'enlever ces organes, on fait apparaître bien plus rapidement les troubles respiratoires que si l'on n'avait pas fait cette transfusion.

Il est clair, d'après tous ces faits, que les reins donnent au sang des principes extrêmement utiles et que, dans l'urémie, l'absence de ces principes est une des causes des phénomènes qui constituent cet état morbide.

Le Mémoire de M. Meyer contient aussi de très originales recherches sur les effets des injections d'urine, d'extraits liquides du testicule et du foie, de bile et de liquide céphalo-rachidien, dans les veines de chiens et de lapins. L'auteur présente en outre un nombre extrêmement considérable de tracés du cœur et de la respiration, pris sur des animaux ayant reçu ces injections.

La Commission, en présence de si importants travaux et des résultats nouveaux obtenus par M. Meyer, propose à l'Académie de décerner le prix Pourat à cet ingénieux expérimentateur.

## PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Marey; Brown-Séquard, rapporteur.)

Un médecin militaire gardant l'anonyme (son nom est sous enveloppe portant pour légende : *Principiis obsta*) adresse un travail manuscrit extrêmement volumineux, sur l'albuminurie naturelle. Cet auteur a fait un nombre très considérable d'analyses sur des individus de différents âges, étudiant comparativement des urines de personnes en bonne santé et à l'état morbide. Le résultat qu'il a obtenu est important, bien que négatif. Il a constaté que l'albuminurie dite normale n'existe pas, ou que du moins s'il y a de l'albumine dans l'excrétion urinaire d'individus à l'état tout à fait normal, il n'y en a que des traces. Dès que l'état de santé n'est plus absolument normal, on peut trouver de l'albumine dans l'urine sans que les reins soient malades. Ainsi, par exemple, sur cent sept enfants de deux à cinq ans, dans l'état tout à fait normal, il n'y a eu de traces d'albumine dans l'urine que dans un petit nombre de cas, tandis qu'il y en avait plus que des traces dans un grand nombre de cas sur cinquante enfants atteints de diverses maladies.

Des résultats semblables ont été obtenus sur un nombre extrêmement considérable d'adolescents, d'adultes et de vieillards.

Pour être sûr de la présence ou de l'absence de l'albumine dans les urines des individus sains ou malades, l'auteur a employé *concurremment* divers réactifs connus.

Le nom de l'auteur aurait donné à ces faits une autorité qui leur manque, mais le labeur immense qu'il a accompli, bien que ne conduisant qu'à un résultat négatif, mérite, je crois, une récompense, parce que ce résultat semble résoudre définitivement la question importante de savoir si à l'état parfaitement normal, le rein excrète ou non des quantités appréciables d'albumine.

En conséquence, la Commission propose à l'Académie d'accorder le prix Martin-Damourette à l'auteur de ce Mémoire, dont l'anonymat est enfin connu et qui est M. le Dr **Géraud**, médecin-major de 1re classe.

## GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

### PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Mascart, Bouquet de la Grye, Grandidier, Cornu; Faye, rapporteur.)

*Étude sur les trajectoires des cyclones venant de l'Amérique du Nord ou des Antilles.*

Aucun Mémoire n'ayant été envoyé, la Commission décide que la question sera retirée.

## PRIX GÉNÉRAUX.

### MÉDAILLE ARAGO.

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Berthelot, Fizeau; Faye, rapporteur.)

*Découverte des deux satellites de Mars par M.* Asaph Hall, *de l'observatoire de Washington.*

La Science a dû quelquefois tenir compte d'inspirations que rien de bien solide ne justifiait d'abord, mais que l'événement a vérifiées, au moins à peu près. Telle l'idée de chercher une planète dans le vaste intervalle compris entre Mars et Jupiter, et cette autre que Mars, qui vient après la Terre munie d'un satellite, et avant Jupiter qui en a quatre, ne pouvait manquer d'en avoir deux.

Dès la découverte du monde de Jupiter, en effet, Kepler avait déclaré que Mars devait avoir deux satellites. Un auteur anglais, non content d'en affirmer l'existence, avait osé en calculer les révolutions : l'un devait se

trouver à trois diamètres de Mars, l'autre à cinq. Le premier devait circuler en 10 heures, le second en 21 heures et demie ([1]). Bode et Littrow, qui ne passaient pas pour des plaisants, en avaient conseillé la recherche aux astronomes munis de puissants instruments. Enfin un excellent astronome, M. d'Arrest, de Copenhague, se donna la peine de chercher consciencieusement ces satellites problématiques avec l'admirable instrument de 27 centimètres de son observatoire. Il échoua encore, et, à partir de cette époque, les astronomes s'arrêtèrent découragés. La question fut enterrée dans un profond oubli.

Cependant la construction des grands objectifs fit un grand pas. On vit apparaître des objectifs de 2 pieds et plus, mais on avait oublié les satellites de Mars lorsque M. **Asaph Hall**, de l'observatoire de Washington, se décida à faire cette recherche à l'aide du bel objectif de Clarke de 26 pouces (66 centimètres) et, à force de persévérance, finit par découvrir, le 11 août 1877, un petit satellite presque imperceptible qu'il nomma *Deimos*. Le 17 du même mois, ayant pris le soin, soin dont la non-observance explique en partie les précédents insuccès, de cacher la planète par une mince lame métallique, il en découvrit un second, *Phobos*. Il n'y en avait que deux, comme l'avaient hardiment affirmé les précurseurs dont nous avons parlé.

Voici les principaux éléments, d'après M. Asaph Hall :

| | | |
|---|---|---|
| Distance à la planète......... | 2,77 | 6,92 |
| Révolution.................. | $7^h 39^m 15^s,1$ | $30^h 17^m 54^s,0$ |

Il est à remarquer que cette durée est moindre, pour le premier, que la rotation de la planète mère, ce qui contredit une opinion ancienne, d'après laquelle tout satellite doit avoir un temps de révolution supérieur au temps de la rotation de la planète centrale.

Mais le principal résultat de ces belles découvertes c'est la masse de la planète elle-même, qui a pu être déterminée directement, tandis qu'autrefois elle ne pouvait l'être qu'au moyen des perturbations produites par Mars sur les astres voisins. Cette masse, $\frac{1}{3090000}$, à peu près $\frac{1}{10}$ de celle de la Terre, se trouve très voisine de celle que Le Verrier avait déduite des perturbations.

La belle découverte de M. **Asaph Hall**, déjà récompensée par le prix Lalande, nous a paru bien digne de la médaille Arago.

---

([1]) *Manuel d'Astronomie* de Rudolf Wolf, p. 454.

*Découverte du premier satellite de Jupiter par M.* E.-E. Barnard, *de l'observatoire du mont Hamilton.*

La découverte de deux satellites de Mars se trouvait d'accord avec la loi si simple de M. Gaussin, suivant laquelle *Phobos* occupe la première place après la planète et *Deimos* la deuxième, aux distances 2,58 et 6,68, tandis que l'observation donne 2,58 et 6,67. Il était donc naturel de se reporter au monde de Jupiter, et de rechercher aussi les deux satellites que cette loi indiquait aux distances 2,2 et 3,6.

Nous ne disons pas que M. **Barnard** ait été guidé par cette loi empirique. D'ailleurs, si l'un ou l'autre de ces deux satellites existât, il devait être bien faible puisqu'il avait échappé jusqu'alors aux nombreux astronomes qui avaient étudié le monde de Jupiter. Mais le cadeau fait aux astronomes américains, par un généreux citoyen, M. Lick, d'une gigantesque lunette de 3 pieds anglais à l'objectif (92 centimètres) devait singulièrement encourager les recherches.

Le succès a répondu à la fois à la puissance de l'instrument, au zèle et à l'heureuse inspiration de l'observateur, M. Barnard. Un satellite dont la position par rapport à la planète répond à la distance 2,5 au lieu de 2,2 donnée par la loi de M. Gaussin, a été vu pour la première fois le 7 septembre de l'année passée, mais à cause de la faible hauteur de la planète les mesures ne furent pas bien satisfaisantes. Le 15 septembre, cependant, le satellite fut observé avant son élongation orientale et 21 mesures furent prises avec l'immense lunette. En combinant ces observations avec celles de cette année, M. Barnard en a conclu la période de $11^h 57^m 22^s,56$, à une fraction de seconde près. Celle de la rotation de la planète étant de $9^h 55^m 37^s$, le théorème précédemment cité de Laplace se trouve vérifié cette fois.

Quant à la théorie de M. Gaussin, elle représente ainsi les distances des six satellites :

| | Satellites. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
| Distances réelles... | 2,50 | » | 6,05 | 9,62 | 15,35 | 27,00 |
| Distances calculées. | 2,19 | 3,60 | 5,92 | 9,72 | 15,95 | 26,23 |

Peut-être l'objectif de 92 centimètres n'est-il pas suffisant pour retrouver le deuxième satellite s'il existe réellement. Mais déjà on a construit, en

Amérique, grâce à la générosité d'un autre citoyen, M. Yerkes ([1]), une lunette encore plus puissante, de 102 centimètres.

Si les Herschel, les Lassel avec leurs puissants télescopes n'ont fait aucune de ces brillantes découvertes dans le monde de Mars et celui de Jupiter, bien qu'ils aient découvert les satellites d'Uranus non moins difficiles, c'est peut-être qu'ils n'étaient pas guidés par une loi telle que celle de Gaussin. Une loi pareille n'aurait pas manqué de fixer leur attention. Il faut donc reconnaître l'utilité de ces lois, purement hypothétiques il est vrai, et même un peu grossières, mais qui ont le mérite de provoquer les tentatives des heureux investigateurs.

En tout cas, l'originalité de cette découverte tout à fait inattendue, dans un petit monde qui a été si profondément étudié par les astronomes et les géomètres, nous a paru mériter pleinement à M. **Barnard** la médaille Arago. Arago lui-même l'aurait vivement admirée si elle avait été faite de son temps.

## PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Troost, Schützenberger, Schlœsing, Bouchard; Arm. Gautier, rapporteur.)

*Rapport de M.* **A. Gautier** *sur les travaux de M.* Garros *relatifs à la porcelaine d'amiante.*

M. F. **Garros** présente au concours non pas un appareil personnel, ou une heureuse application à l'hygiène des Arts insalubres, mais presque une industrie nouvelle. Il est l'inventeur d'une matière qui, comme l'argile et le kaolin, peut donner une pâte à poteries, propre à être cuite et vitrifiée. Les propriétés physiques et chimiques remarquables de cette nouvelle matière céramique permettent de l'appliquer utilement à une foule d'usages.

Il s'agit de la porcelaine d'amiante. M. Garros a pensé que, vu sa composition et sa divisibilité en fibres très fines, l'amiante devait jouir d'une plasticité et d'une vitrescibilité suffisantes pour en faire des poteries aptes à subir la cuisson au grand feu. Mais il a fait de plus cette importante remarque que, de toutes les fibres organiques ou minérales connues, celles

---

([1]) Voir Tisserand, *Comptes rendus*, 17 octobre 1892.

de l'amiante sont les plus ténues; leur diamètre varie entre $0^{mm},00016$ et $0^{mm},00020$. Il était donc probable que, grâce à cette constitution physique, on pourrait obtenir avec l'amiante une poudre d'une grande finesse, douée de plasticité lorsqu'on l'humecte d'eau et présentant, après cuisson ménagée, des pores d'une extrême petitesse. C'est ce que l'expérience a confirmé.

Transformée en poudre impalpable par les moyens mécaniques, lavée aux acides forts, et délayée ensuite dans l'eau, cette substance forme une matière plastique, qu'on peut, à la façon de l'argile, tourner, mouler ou couler, puis cuire comme la porcelaine vers 1600°, température à laquelle elle se vitrifie. Si la cuisson est arrêtée entre 1200° et 1300°, on obtient un biscuit plus ou moins coloré par les sels ferriques et jouissant d'une texture et d'une porosité des plus remarquables.

L'observation microscopique des coupes de ce biscuit a démontré, en effet, que cette matière est persillée d'une multitude de pertuis de $0^{mm},00006$ à $0^{mm},00020$ de diamètre, beaucoup plus petits et plus réguliers que ceux que présente tout autre produit céramique.

Il suit de cette constatation que le biscuit d'amiante est excellent pour la fabrication des objets où la porosité joue un rôle nécessaire, et en particulier qu'il est applicable à une bonne filtration des eaux potables.

Aussi l'industrie de la fabrication des filtres en biscuit d'amiante, destinés aux usages domestiques, n'a-t-elle pas tardé à s'établir, et elle fournit aujourd'hui au public des filtres stérilisateurs excellents.

Nous en avons pour garantie les pièces authentiques annexées à ce Rapport. Au laboratoire de Toxicologie de la Faculté de Paris, les eaux de la Ville, divers bouillons de cultures du bacille typhique, de la bactéridie charbonneuse, de levures, enfin des vins malades, ont fourni avec ces appareils des liqueurs filtrées complètement stériles. M. le chef de Service micrographique du Laboratoire municipal de Montsouris nous a confirmé qu'il a pu, avec ces filtres d'amiante, obtenir, avec des eaux de l'Ourcq très chargées en microbes et matières organiques, des liqueurs complètement stériles, même après le douzième jour de filtration, alors que toute autre paroi poreuse est incapable de donner pendant plus de quarante-huit heures des liqueurs stériles avec des eaux vaseuses ou stagnantes.

Les filtres d'amiante sont donc bons et pratiques; mais il ne faudrait pas admettre qu'ils opposent aux microbes une barrière infranchissable. En effet, on remarquera que, quoique extrêmement petits, leurs trous ont un diamètre de l'ordre de grandeur des très petits microrganismes, et,

de fait, il résulte de nos expériences personnelles, que certains microbes parviennent soit directement, soit en végétant à travers les pores de la pâte, à traverser ces filtres aussi bien que ceux en biscuit ordinaire. C'est ce qui se produit, en particulier, lorsqu'on filtre des liqueurs très faiblement alcalines, par exemple des sérums de sang, de lymphe ou de transsudation. Nos expériences, plusieurs fois répétées, nous ont convaincu que ces liquides ne peuvent pas être entièrement stérilisés par filtration à travers les parois du biscuit de porcelaine ou d'amiante. *La liqueur qui passe ne se putréfie plus en général,* mais il s'y développe des microrganismes d'une petitesse excessive qui finissent par envahir toute la liqueur et y former même d'épaisses membranes, microbes doués de propriétés très singulières qui feront l'objet de recherches ultérieures.

Pour les usages domestiques, et particulièrement pour la filtration des eaux de boisson, les filtres d'amiante n'en sont pas moins de précieux instruments, surtout ceux à pâte dure où la filtration n'atteint pas une trop grande rapidité, qui n'est obtenue, dans les filtres de toute nature, qu'aux dépens d'une stérilisation moins parfaite de l'eau qui les traverse.

Les filtres d'amiante ont déjà donné lieu à d'autres fort intéressantes applications. Avec eux, on peut filtrer et clarifier complètement les huiles, les vinaigres, la bière, etc. L'énorme pouvoir absorbant pour l'eau de ce biscuit d'amiante est de 43 pour 100 de son poids; il permet de l'employer comme matière desséchante, ou lorsqu'il s'agit de le charger de liquides actifs et corrosifs tels que les acides concentrés qui attaquent la plupart des vases de terre. Enfin, les expériences faites au Laboratoire central d'électricité de Paris, simultanément sur des diaphragmes formés de cette substance et sur des vases de faïence, ont montré que les premiers avaient une résistance de 33 pour 100 plus faible que les seconds au passage du courant, et qu'en même temps la porcelaine d'amiante jouissait d'un pouvoir isolant beaucoup plus grand que celui de la porcelaine ordinaire.

Ces résultats méritent d'appeler l'attention des industriels, des hygiénistes et de l'Académie des Sciences.

### *Rapport de* M. Schützenberger *sur le grisoumètre de* M. Coquillon.

On doit à M. **Coquillon** la construction d'un appareil très ingénieux destiné à l'analyse des gaz carburés et en particulier à la recherche du grisou dans les galeries de mines.

Il est fondé sur le fait expérimental suivant établi par l'auteur : « Tout

gaz combustible mélangé à une quantité suffisante d'oxygène ou d'air est complètement brûlé en présence de fils de platine ou de palladium portés à l'incandescence ».

Dans les eudiomètres à étincelles, la détonation du mélange d'air et de gaz carburé cesse de se produire et la combustion de se propager lorsque le gaz carburant est en trop grand excès par rapport au gaz combustible.

Cet inconvénient, très grand pour des recherches d'ordre industriel, disparaît entièrement en utilisant l'observation de M. Coquillon et l'on arrive sans difficulté à apprécier 0,25 pour 100 de grisou dans un mélange donné.

Le grisoumètre a pour organes principaux : un tube gradué mesureur; un brûleur contenant un fil de platine rendu incandescent au moyen d'un courant électrique fourni par une source portative d'électricité; deux cloches contenant, l'une de la potasse, l'autre de l'eau pure; un flacon permettant à volonté d'aspirer ou de refouler le gaz d'une partie de l'appareil dans l'autre. On peut donc mesurer le mélange gazeux avant la combustion, après la combustion et après absorption de l'acide carbonique par la potasse.

L'appareil de M. Coquillon peut servir, non seulement à la recherche du grisou dans les mines, mais aussi à des analyses de gaz combustibles. Ainsi M. Gréhant, en le modifiant convenablement pour augmenter sa sensibilité, a pu déceler, par son intermédiaire, $\frac{1}{500}$ d'oxyde de carbone dans l'air.

Il résulte, d'une lettre de M. Castel, inspecteur général des mines à Paris, que le grisoumètre Coquillon présente, par rapport aux autres appareils construits dans le même but, les avantages suivants :

1° Il est le seul permettant de doser le grisou d'une façon suffisamment exacte;

2° Il a rendu et est appelé à rendre de réels services dans l'exploitation des mines de houille. En France et à l'étranger, il est très apprécié des ingénieurs.

D'autre part, la Direction des houillères de Saint-Étienne certifie que « la Société des houillères de Saint-Étienne emploie le grisoumètre pour ses analyses de grisou, et que cet appareil, installé depuis 1890, y fonctionne régulièrement et a fourni des indications avec une approximation de $\frac{1}{1000}$ quand l'air, chargé de gaz, a été préalablement débarrassé par la potasse de l'acide carbonique pouvant s'y trouver mélangé ».

Votre Commission apprécie hautement le mérite pratique du grisou-

mètre de M. Coquillon et les services considérables qu'il peut rendre pour éviter les terribles accidents des mines de houille.

En conséquence, votre Commission vous propose de partager le prix Montyon (Arts insalubres) entre MM. **Garros** et **Coquillon**.

Sur ce prix, elle attribue à M. Garros la fraction la plus considérable.

Elle attribue l'autre fraction à M. Coquillon.

Elle vote, en outre, des mentions honorables : 1° à M. **Gréhant**, pour ses applications du grisoumètre Coquillon, utilement modifié, à l'analyse des atmosphères confinées et à la recherche de l'oxyde de carbone; 2° à M. **Behrens**, pour ses travaux et perfectionnements dans la métallurgie du mercure, perfectionnements qui demandent à être sanctionnés par un plus long usage; 3° à M. **de la Roule**, pour une modification à la lampe de sûreté des mineurs empêchant toute ouverture de ces lampes sans contrôle.

## PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. M. Lévy, Fizeau, Sarrau, Berthelot; Bertrand, rapporteur.)

M. **Jules Morin**, ingénieur-constructeur, est l'auteur d'un grand nombre de travaux de Mécanique appliquée parmi lesquels on peut signaler : 1° un régulateur automatique de la pression du gaz qui a été adopté par une grande administration et qui fonctionne très bien; 2° un dynamomètre à ressorts destiné à la mesure du travail absorbé par une machine-outil quelconque et dans lequel l'inventeur a résolu d'une manière élégante et nouvelle un problème de Cinématique présentant d'assez grandes difficultés; 3° une application originale et nouvelle des propriétés si souvent utilisées que possèdent les veines liquides ou gazeuses et qui a permis à M. Morin de supprimer complètement l'inconvénient que présentent les cheminées ordinaires soumises à l'action du vent. On a cherché à éviter cet inconvénient au moyen de girouettes directrices.

M. Morin arrive à un résultat complètement satisfaisant sans avoir recours à aucun mécanisme.

En résumé, M. **Morin** nous a paru réunir toutes les conditions nécessaires pour obtenir le prix Trémont.

## PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Berthelot, Fizeau, Hermite, Faye; Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Gegner à M. **Paul Serret.**

## PRIX PETIT D'ORMOY (MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré, Picard, Jordan; Hermite, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission décerne le prix à M. **Stieltjes**, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques qui lui ont mérité récemment d'être présenté en seconde ligne lors de la dernière vacance dans la Section de Géométrie.

## PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES NATURELLES).

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Duchartre, Blanchard, Van Tieghem; Daubrée, rapporteur.)

*Rapport sur un travail de M.* Marcel Bertrand *relatif à la coordination des accidents de l'écorce terrestre.*

La coordination des accidents de l'écorce terrestre est un des principaux problèmes de la Géologie. Ni le calcul mathématique, ni le principe de symétrie auquel Élie de Beaumont avait fait appel, ne semblent permettre de prévoir les lois qui président à la déformation d'un globe progressivement refroidi. C'est seulement de l'accumulation et du rapprochement des observations géologiques qu'on peut attendre une solution.

M. **Marcel Bertrand**, en s'inspirant des travaux de M. Suess, avait montré déjà que les différentes chaînes de montagnes, au moins dans notre atmosphère, s'ordonnent grossièrement en lignes concentriques autour du pôle, dont elles s'éloignent d'autant plus que leur âge est plus récent.

Aujourd'hui il essaye de prouver que le réseau de plis qui ont accidenté la surface du globe est un réseau déterminé depuis les temps les plus anciens : les grandes chaînes de montagnes ne feraient que *souligner* quelques traits du réseau antérieur de déformation. Ce réseau comprendrait, avec les lignes circompolaires, une autre série de lignes orthogonales, sortes de méridiens et de parallèles, que suivraient aussi bien les faibles ondulations des pays de plaines que les grandes aires de plissement.

M. Bertrand a développé ses arguments dans deux Mémoires où il a traité plus spécialement du phénomène de plissement dans les bassins de Paris et de Londres. Grâce à une méthode ingénieuse d'interprétation des cartes géologiques, et à l'étude des anciennes surfaces de dénudation marine, il a prouvé que, dans ces deux bassins, les mouvements des différentes époques se traduisent par des plissements se reproduisant suivant les mêmes lignes. Au-dessus du bassin houiller du nord de la France, les axes de ces plis récents coïncident avec ceux des anciens plis dénudés que les exploitations ont fait reconnaître. En même temps que l'auteur accumule ainsi les preuves en faveur du principe énoncé, il en montre l'application possible à la recherche de la prolongation des bassins houillers.

Par l'importance des résultats acquis, par l'intérêt des généralisations auxquelles ils ouvrent la voie, ces Mémoires se recommandent à l'attention de votre Commission qui a jugé leur auteur digne du prix Petit d'Ormoy, destiné aux Sciences naturelles.

## PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Daubrée, Duclaux, d'Abbadie; Grandidier, rapporteur.)

Notre savant et très regretté Correspondant, Pierre-Alexandre de Tchihatchef, a fondé un prix annuel de *trois mille francs* destiné à récompenser « les naturalistes de toute nationalité qui auront fait sur le continent asiatique (ou îles limitrophes) des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques ». C'est cette année que l'Académie est appelée à décerner ce prix pour la première fois.

Parmi tant d'importantes et remarquables explorations dont l'Asie centrale a été le théâtre depuis vingt-cinq ans, votre Commission a jugé qu'elle

ne devait s'occuper que des travaux les plus récents, et son choix s'est porté sur M. **Grégoire Groum-Grschimailo**, qui a fait tout à la fois œuvre très remarquable de géographe et de naturaliste.

De 1884 à 1887, M. Grschimailo a visité le massif inhospitalier du Pamir, qui se dresse, comme une banquise colossale, au centre du continent asiatique, et il a fixé les traits principaux, encore fort indécis jusque-là, de la partie occidentale de la chaîne du Karakorum; son itinéraire, qui mesure plus de 2000$^{km}$ et qui est appuyé sur une vingtaine d'observations astronomiques et jalonné de nombreuses altitudes, a été d'un secours précieux pour la cartographie de l'Asie centrale. M. Grschimailo a en outre réuni des documents intéressants sur le sol, sur les habitants et sur les animaux de cette région. Les résultats de ces études ont été publiés, en 1890, en un volume contenant 575 pages.

Deux ans plus tard, en 1889, M. Grégoire Groum-Grschimailo, accompagné de son frère Michel, a entrepris, sous le haut patronage du grand-duc Nicolas Mikhaïlovitch, une nouvelle exploration dans des régions voisines. Après avoir franchi la frontière du Kouldja, il tenta avec succès d'explorer la chaîne sainte de Bogdo ola ou Monts Célestes, dont il constata les beautés alpestres et dont il put déterminer la forme bizarre. Il pénétra ensuite dans la Dzoungarie centrale, à la recherche du curieux cheval sauvage, l'*Equus Prjevalskyi*, dont on ne connaissait encore qu'un seul spécimen et dont il réussit à se procurer quatre beaux exemplaires; dans les monts Beï-chan, il a tué des ânes kiang ou *koulan* (*Asinus kiang*), des cerfs *maral*, des gazelles (*Antilope subgutturosa*), des moutons et des chameaux sauvages, et il a reconnu que la formation géologique de cette chaîne était identique à celles du Pamir et du Kouen-louen, et, par conséquent, l'une des plus anciennes du monde asiatique.

Après avoir étudié en détail les pays voisins de Tourfan, de Pitchan et de Hami, il a suivi la chaîne du Nân-Chân sur une longueur de 460$^{km}$, a traversé les monts Sipin, a gagné le lac Koukou-nor et a fait l'exploration partielle de la vallée du Khoui-Kho, d'où l'ont chassé de terribles tempêtes de neige. M. Grschimailo a dû alors, en septembre 1890, regagner l'oasis de Sou-tchéou et rentrer en Russie.

Les résultats scientifiques de ce beau et difficile voyage sont considérables. L'itinéraire, levé à la boussole, est de 7400$^{km}$ dont 6400 n'avaient encore jamais été parcourus par aucun voyageur européen; 42 points ont été fixés astronomiquement et les positions de plusieurs villes importantes

ont été rectifiées; 148 altitudes ont été déterminées et il en ressort qu'il existe au sud du Thiân-Chân, auprès de Louk-tohan, une vaste dépression au-dessous du niveau de la mer. Les collections d'histoire naturelle, minéralogiques, botaniques et surtout zoologiques, sont particulièrement riches et intéressantes.

Il y a là un ensemble de travaux et de découvertes que votre Commission a jugé digne du prix Tchihatchef. Aussi, à l'unanimité, a-t-elle accordé ce prix, pour 1893, à M. **Grégoire Groum-Grschimailo.**

## PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Becquerel, Fizeau; Lippmann, rapporteur.)

Votre Commission a l'honneur de vous proposer de décerner le Prix Gaston Planté, pour l'année 1893, à M. B. Blondlot, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

M. **Blondlot**, bien connu déjà par des recherches, aussi précises qu'originales, sur diverses questions d'électricité, s'est attaché, dans ces dernières années, à étudier la propagation de l'électricité dans un fil conducteur. Il a d'abord reproduit et mesuré le phénomène des interférences électriques, en ayant soin d'opérer avec un résonateur de période bien déterminée. Plus récemment, attaquant le même problème plus directement, il a employé la méthode du miroir tournant, complétée par l'emploi de la Photographie. M. Blondlot a ainsi retrouvé, par une méthode différente, le résultat découvert, en 1850, par MM. Fizeau et Gounelle. Il a montré ainsi qu'il y avait une vitesse de propagation, vitesse voisine, dans les expériences de M. Blondlot, de $300000^{km}$ par seconde.

Le prix G. Planté, spécialement institué pour les recherches sur l'électricité, ne saurait donc être mieux attribué qu'à M. **Blondlot.**

## PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection com-

plète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Bès de Berc** (**Jean-Emmanuel-Marie**), né le 16 décembre 1872, à Brest (Finistère), et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

# PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

## POUR LES ANNÉES 1894, 1895, 1896 ET 1898.

## GÉOMÉTRIE.

### GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1894.)

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet de grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1894 la question suivante :

*Perfectionner en un point important la théorie de la déformation des surfaces.*

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1894; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

## PRIX BORDIN.

L'Académie met au concours, pour l'année 1894, la question suivante :

*Étude des problèmes de Mécanique analytique admettant des intégrales algébriques par rapport aux vitesses et particulièrement des intégrales quadratiques.*

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1894; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

## PRIX FRANCOEUR.

Un Décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme Veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs*, qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

## PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par les-

quels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix est de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

## MÉCANIQUE.

### PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

### PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix est de *sept cents francs*.

## PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année*, s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ».

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année*, dans sa séance publique, un prix de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

## PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans*, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

L'Académie annonce qu'elle décernera pour la dernière fois le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1894.

## PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1895.)

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie met au concours, pour sujet du prix Fourneyron à décerner en 1895, la question suivante :

*Perfectionnement de la théorie de la corrélation entre le volant et le régulateur.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

# ASTRONOMIE.

## PRIX LALANDE.

Le prix fondé par Jérôme de Lalande, pour être accordé *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le Travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie, sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix est de *cinq cent quarante francs*.

## PRIX DAMOISEAU.

(Question proposée pour les années 1894, 1896 et 1898.)

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau*. Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1894, la question suivante :

*Perfectionner les méthodes de calcul des perturbations des petites planètes en se bornant à représenter leur position à quelques minutes d'arc près, dans un intervalle de cinquante ans; construire ensuite des Tables numériques permettant de déterminer rapidement les parties principales des perturbations.*

Le prix est de *quinze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1894.

L'Académie met, en outre, au concours, pour l'année 1896, la question suivante :

*On demande de relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations, les différentes apparitions de la comète de Halley, en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en* 1456 *et tenant compte de l'attraction de Neptune.*

*On calculera ensuite exactement le prochain retour de la comète en* 1910.

Le prix est de *quinze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1896.

L'Aeadémie a mis, outre, au concours pour l'année 1898 la question suivante :

*Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne, découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie, et en déduire la valeur de la masse de Titan.*

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

## PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs*.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

## PRIX JANSSEN.

Par Décret, en date du 18 décembre 1886, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite par M. Janssen pour la fondation d'un prix consistant en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Le prix fondé par M. Janssen a été décerné pour la première fois dans la séance publique de l'année 1887.

Ce prix sera annuel pendant les sept premières années, et deviendra biennal à partir de l'année 1894.

## PHYSIQUE.

### PRIX L. LA CAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis La Caze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel- » lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage » qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers » pourront concourir. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-* » *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je » maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-* » *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, » libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux » autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour » le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de » *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon » décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront* » *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en* » *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi, » par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut- » être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles, » qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en

» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récompenses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1895, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 980 et 982.)

## STATISTIQUE.

### PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

## CHIMIE.

### PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

### PRIX L. LA CAZE.

Voir page 980.

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

### GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1895.)

Le prix sera donné au travail qui contribuera le plus à l'avancement de la Paléontologie française, en traitant d'une manière approfondie des animaux articulés des terrains houillers et des terrains secondaires et en les comparant aux types actuels.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

### PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1895.)

Le prix sera donné au Mémoire qui contribuera le plus à la connaissance de l'Histoire naturelle (Zoologie, Botanique ou Géologie) du Tonkin ou de nos possessions de l'Afrique centrale.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

## PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour les années 1894 et 1896.)

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande Société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle rappelle qu'elle a mis au concours pour l'année 1894 la question suivante :

*Étude des causes physiques et chimiques qui déterminent l'existence du pouvoir rotatoire dans les corps transparents, surtout au point de vue expérimental.*

Le prix est de *quatre mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1894.

L'Académie a mis, en outre, au concours, pour l'année 1896, la question suivante :

*Perfectionnement théorique ou pratique dans les méthodes relevant de la Géodésie ou de la Topographie.*

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

## PRIX DELESSE.

M^me^ Veuve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs,* destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger,* d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs,* sera décerné dans la séance publique de l'année 1895.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^er^ juin 1895.

## PRIX FONTANNES.

Par son testament, en date du 26 avril 1883, M. Charles-François Fontannes a légué à l'Académie des Sciences la somme de *vingt mille francs,* pour la fondation d'un prix qui sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.*

L'Académie décernera le prix Fontannes dans la séance publique de l'année 1896.

Le prix est de *deux mille francs.*

Les ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^er^ juin 1896.

# BOTANIQUE.

## PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs,* destinée à

la fondation d'un *prix annuel,* « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

## PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs,* devant être converti en rentes *trois pour cent,* et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, *français ou étranger,* du meilleur ou du
» plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout
» ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est de *seize cents francs.*

## PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique.*

« Ces prix, dit le testateur, seront ou pourront être, l'un de *mille francs,* l'autre de *cinq cents francs.* »

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, les prix Montagne aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1<sup>er</sup> juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français.*

## PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France,* » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

## PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs,* pour fonder un *prix annuel* à décerner « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* ci-dessous.)

---

# ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

---

## PRIX THORE.

*Voir* ci-dessus.

## PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

## PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs*, pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1894.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1894.

## MÉDECINE ET CHIRURGIE.

### PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

### PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à

la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

## PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de gué-
» rir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible
» fléau (1) ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

---

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état
» actuel de la Science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com-
» position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert
» au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magné-
» tiques ou autres ; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répan-
» dus en nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des
» causes de cette cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides,
» à reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aper-
» çoit dans l'eau en se servant des instruments microscopiques que la Science met à la
» disposition de ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai
» expliqué plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit
» gagné, que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait
» avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique,
» soit en donnant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide,
» soit en trouvant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui
» jusqu'à présent ont échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou
» une des causes de la maladie. »

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

## PRIX GODARD.

Par un testament en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*, pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, dont la valeur est de *mille francs*, sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

## PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs*, pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à* » *la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1896, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

## PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique ».

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1895, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

## PRIX PARKIN.

M. le Dr John Parkin a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 30 décembre 1885, la somme de 1500 livres sterling pour être placée en rentes françaises, et le revenu être employé, tous les trois ans, à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus
» particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans
» le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;
» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies
» épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des
» ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand
» ou en italien ;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro-
» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois
» mois qui suivront l'attribution du prix ;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra-
» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un
» travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie devait décerner pour la première fois le prix Parkin dans la séance publique de l'année 1893.

Aucun Ouvrage n'ayant été présenté au concours, l'Académie a décidé de remettre l'attribution de ce prix à l'année 1894.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1894.

## PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Par son testament, en date du 23 novembre 1881, Mlle Anne-Marie Foehr a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *quatorze cent soixante et onze francs* pour fonder un *prix annuel*, dit Prix Bellion, à décerner aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages ou* » *fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélio-* » *ration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX MÈGE.

Par son testament, en date du 4 février 1869, le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie des Sciences « *dix mille francs à donner en prix à* » *l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui ont retardé*

« *ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute antiquité jusqu'à*
» *nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté-
» rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique annuelle.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

## PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs,* à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Le prix Dusgate sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

## PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs.*

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

---

# PHYSIOLOGIE.

## PRIX MONTYON.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de *Physiologie expérimentale*, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

## PRIX L. LA CAZE.

Voir page 980.

## PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1894.)

M. le Dr Marc-Aubin Pourat, par son testament en date du 20 juin 1876, a légué à l'Académie des Sciences la nue propriété d'un titre de *deux mille francs* 5 pour 100 sur l'État français, dont les arrérages doivent être affectés, après extinction de l'usufruit, à la fondation d'un *prix annuel à décerner sur une question de Physiologie*.

Un décret du 29 octobre 1877 a autorisé l'acceptation de ce legs.

L'Académie est entrée en possession dudit legs le 27 mai 1887.

Elle rappelle qu'elle a proposé, pour sujet du prix qu'elle doit décerner dans la séance publique de l'année 1894, la question suivante :

*Des influences qu'exercent le pancréas et les capsules surrénales sur le système nerveux et réciproquement des influences que le système nerveux exerce sur ces glandes, étudiées surtout au point de vue physiologique.*

Le prix est exceptionnellement de *trois mille six cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1894.

### PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1895.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1895, la question suivante :

*Des actions vaso-motrices des matières virulentes.*

Le prix est de *dix-huit cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

### PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Par son testament olographe, en date du 3 février 1883, M. le Dr Félix-Antoine Martin-Damourette a légué à l'Académie des Sciences *quarante mille francs* pour *fonder un prix annuel ou biennal de Physiologie thérapeutique.*

Un décret en date du 29 juin 1887 a autorisé l'Académie à accepter la moitié seulement dudit legs.

L'Académie a décidé que le prix Martin-Damourette serait décerné *tous les deux ans.*

Ce prix, dont la valeur est de *quatorze cents francs,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

---

## GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

---

### PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1894.)

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpé-

tuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1894, la question suivante :

*Étude des eaux souterraines : de leur origine, de leur direction, des terrains qu'elles traversent, de leur composition et des animaux et des végétaux qui y vivent.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1894.

### PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1895.)

La Commission du prix Gay propose à l'Académie de décider que la question suivante soit mise au concours :

*Étudier le régime de la pluie et de la neige sur toute la surface de la terre.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

## PRIX GÉNÉRAUX.

### MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

## PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^er^ juin de chaque année.

## PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier*, et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique de l'année 1894, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1^er^ janvier 1891 jusqu'au 31 décembre 1893.

Le prix est de *quinze cents francs.*

## PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique annuelle, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

## PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

## PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, M^me^ Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur*

» *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à*
» *la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans la séance publique de l'année 1894.

Le prix est de *mille francs*.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1894.

## PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation.

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1896.

## PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être

employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti *tous les deux ans,* à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs,* sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu dans sa séance publique de 1894.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1894.

## PRIX PETIT D'ORMOY.

Par son testament, en date du 24 juin 1875, M. A. Petit d'Ormoy a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle, à charge par elle d'employer les revenus de sa succession en prix et récompenses attribués suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des travaux théoriques, moitié à des applications de la Science à la pratique médicale, mécanique ou industrielle.

Un Décret, en date du 20 février 1883, a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans,* à partir de l'année 1883, un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1895.

## PRIX LECONTE.

Conformément au testament de M. Victor-Eugène Leconte, en date du 10 septembre 1886, une somme de *cinquante mille francs* sera donnée, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895.

## PRIX TCHIHATCHEF.

Par testament en date du 1er mars 1875, M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux* » *naturalistes* de *toute nationalité* qui se seront le plus distingués dans l'ex- » ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des » régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con- » trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi- » neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré- » compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre* » *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre- » prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1894.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1894.

## PRIX GASTON PLANTÉ.

Par testament olographe en date du 6 mai 1889, M. Raymond-Louis-Gaston Planté a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *quinze cents francs* par an, destinée à la fondation d'un prix, lequel, décerné tous *les deux ans*, sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

Un Décret, en date du 4 juillet 1892, a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance publique de l'année 1895.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

## PRIX HOULLEVIGUE.

Par son testament, en date du 30 mars 1888, M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un prix annuel qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera pour la première fois ce prix en 1894.

## PRIX CAHOURS.

Par testament, en date du 7 juillet 1886, M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique annuelle.

## PRIX SAINTOUR.

Ce prix, de la valeur de *trois mille francs,* sera décerné pour la première fois en 1894.

## PRIX ALBERTO-LEVY.

Par son testament, en date du 3 avril 1891, le Dr Alberto-Levy a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cinquante mille francs,* qui devra être placée par ses soins en rentes sur l'État français.

Les intérêts annuels de cette somme seront attribués à l'Institut Pasteur, dans le but de l'aider à poursuivre ses études et ses expériences sur le microbe de la diphtérie; et la somme capitale sera attribuée par ladite Académie, en séance publique annuelle, à celui qui aura découvert le moyen sûr de prévenir ou de guérir cette terrible maladie, ou bien encore partagée entre ceux qui auront fait simultanément la même découverte.

Les Ouvrages, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX FONDÉ PAR M^me LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par M^me la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

## CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

---

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

---

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

---

## LECTURES.

M. **M. BERTHELOT**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **JOSEPH DECAISNE**, Membre de l'Académie.

J. B. et M. B.

# TABLEAUX

## DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1893.

## TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1893.

### AGRICULTURE.



### ANATOMIE ET ZOOLOGIE.



### MÉDECINE ET CHIRURGIE.



### PHYSIOLOGIE.



### GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.



### PRIX GÉNÉRAUX.

# PRIX PROPOSÉS

## *pour les années* 1894, 1895, 1896 *et* 1898.

GÉOMÉTRIE.



MÉCANIQUE.



ASTRONOMIE.



PHYSIQUE.



STATISTIQUE.



CHIMIE.



MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.



BOTANIQUE.

# TABLEAU PAR ANNÉE

## DES PRIX PROPOSÉS POUR 1894, 1895, 1896 ET 1898.

## 1894

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Perfectionner en un point important la théorie de la déformation des surfaces.

PRIX BORDIN. — Étude des problèmes de Mécanique analytique admettant des intégrales algébriques par rapport aux vitesses et particulièrement des intégrales quadratiques.

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX DALMONT. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX DAMOISEAU. — Perfectionner les méthodes de calcul des perturbations des petites planètes en se bornant à représenter leur position à quelques minutes d'arc près, dans un intervalle de cinquante ans; construire ensuite des tables numériques permettant de déterminer rapidement les parties principales des perturbations.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX JANSSEN. — Astronomie physique.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX VAILLANT. — Étude des causes physiques et chimiques qui déterminent l'existence du pouvoir rotatoire dans les corps transparents, surtout au point de vue expérimental.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX SAVIGNY, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX PARKIN. — Recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX BELLION, fondé par M[lle] Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D[r] Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX POURAT. — Des influences qu'exercent le pancréas et les capsules surrénales sur le système nerveux et réciproquement des influences que le système nerveux exerce sur ces glandes, étudiées surtout au point de vue physiologique.

Prix Gay. — Étude des eaux souterraines : de leur origine, de leur direction, des terrains qu'elles traversent, de leur composition et des animaux et des végétaux qui y vivent.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Delalande-Guérineau. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérome Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Houllevigue. — Décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

Prix Cahours. — Décerné, à titre d'encouragement à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Prix Saintour.

Prix Alberto-Lévy. — Décerné à celui qui aura découvert le moyen sûr de prévenir ou de guérir la Diphtérie, ou bien partagé entre ceux qui auront fait simultanément la même découverte.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

## 1895

Prix Fourneyron. — Perfectionnement de la théorie de la corrélation entre le volant et le régulateur.

Prix Gay. — Étudier le régime de la pluie et de la neige sur toute la surface de la Terre.

Prix L. La Caze. — Décernés aux auteurs du meilleur travail sur la Physique, la Chimie et la Physiologie.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, les Sciences minéralogiques.

Prix Bordin. — Décerné au Mémoire qui contribuera le plus à la connaissance de l'Histoire naturelle (Zoologie, Botanique ou Géologie) du Tonkin ou de nos possessions de l'Afrique centrale.

Grand prix des Sciences physiques. — Décerné au travail qui contribuera le plus à l'avancement de la Paléontologie française, en traitant d'une manière approfondie des animaux articulés des terrains houillers et des terrains secondaires et en les comparant aux types actuels.

Prix Chaussier. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces Sciences.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

## 1896

Prix Janssen. — Astronomie physique.

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

## 1898

Prix Damoiseau. — Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie et en déduire la valeur de la masse de Titan.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 DÉCEMBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison de la fête du nouvel an, la séance du 1[er] janvier sera reportée au mardi 2.

L'Académie décide que le vote pour le renouvellement annuel du Bureau et de la Commission administrative aura lieu seulement dans la séance du lundi 8 janvier.

M. **Bouquet de la Grye**, en présentant à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1894, s'exprime ainsi :

« En l'absence de M. Faye, Président du Bureau des Longitudes, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un exemplaire de l'*Annuaire pour* 1894.

» Ce volume a reçu, cette année, des additions qui le feront apprécier davantage du public.

» Citons en effet : les nouvelles Tables donnant les levers et les couchers du Soleil et de la Lune pour toutes les latitudes jusqu'à 60°; le catalogue des petites planètes et des comètes découvertes jusqu'en 1893, et deux nouvelles Tables de mortalité.

» M. Cornu a ajouté un Chapitre sur la spectroscopie du Soleil, des comètes et des nébuleuses, et sur la vitesse de l'électricité.

» Enfin la dernière Partie du Volume comprend :

» 1° Un *Exposé de la théorie de la lumière et de l'électricité d'après Maxwell et Hertz*, par M. Poincaré;

» 2° Une *Note sur l'origine et l'emploi de la Boussole*, par le contre-amiral Fleuriais;

» 3° Le *Récit de quatre jours d'observations au mont Blanc*, par M. Janssen;

» 4° Enfin les discours prononcés lors des funérailles de l'amiral Pâris et de l'inauguration de la statue d'Arago.

» Si, revenant en arrière, on compare l'Annuaire de 1875 à celui que j'ai l'honneur de présenter, on voit que le volume a passé de 528 pages à 886. C'est une augmentation de texte de plus de moitié, faite au bénéfice des dix mille lecteurs de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. »

### *Notice sur la vie et les travaux de* Pierre-Ossian Bonnet, *Membre de la Section de Géométrie;* par M. **Paul Appell.**

« Pierre-Ossian Bonnet naquit à Montpellier le 22 décembre 1819. Dès son entrée au collège de cette ville, il attira l'attention de ses maîtres par un esprit remarquablement ingénieux et sagace. Admis à l'École Polytechnique en 1838, il en sortit l'un des premiers et fut nommé dans le service des Ponts et Chaussées. Mais le goût de la Science pure et le désir de s'y livrer entièrement lui firent prendre la décision courageuse de donner sa démission d'ingénieur. Alors commença pour lui une période difficile qui excite une juste admiration; sans autre position officielle que celle de répétiteur à l'École Polytechnique (1844), obligé de se créer, par un labeur incessant, des ressources dans l'enseignement libre, il occupait ses rares moments de loisir à composer des Mémoires admirables. Ses travaux, écrits avec simplicité, sans aucun effort pour attirer l'attention autrement

que par la beauté des résultats, la rigueur et l'élégance des démonstrations, furent d'abord peu étudiés. Mais quand d'autres géomètres, s'occupant après lui des mêmes sujets, l'eurent obligé à montrer que leurs résultats les plus admirés se trouvaient depuis longtemps dans ses Mémoires, on rendit pleine justice à son beau talent. Son entrée à l'Académie, en 1862, fut la récompense de ses découvertes et la fin des années d'épreuve. A partir de cette époque, il fut appelé à occuper les positions scientifiques les plus importantes et les plus recherchées.

» Successivement examinateur d'admission (1864), puis directeur des études (1872) à l'École Polytechnique, suppléant de Chasles dans le Cours de Géométrie supérieure et maître de conférences à l'École Normale (1868), il succéda à Le Verrier, en 1878, dans la chaire d'Astronomie de la Sorbonne; pendant toute cette période il fut chargé de l'enseignement de la Géométrie descriptive à l'École des Beaux-Arts. En 1877, l'Académie royale des Sciences de Göttingen le nomma Membre correspondant; enfin, en 1883, ses importants travaux sur la figure de la Terre et les Cartes géographiques le firent entrer au Bureau des Longitudes, pour remplacer Liouville, comme représentant de l'Académie des Sciences.

» Quelques beaux Mémoires de Bonnet se rapportent au Calcul infinitésimal, à la Physique mathématique, à la Mécanique rationnelle, à la Mécanique céleste; mais c'est dans le domaine de la Géométrie générale considérée comme application de l'Analyse, dont les fondateurs furent Euler, Monge et Gauss, que Bonnet a fait ses plus belles découvertes : les méthodes et les résultats qu'on lui doit dans cette partie de la Science font de lui un créateur et préserveront son nom de l'oubli.

» Le premier sujet traité par Bonnet est la théorie, toujours difficile et sans cesse renouvelée, des séries et des intégrales définies. Avec la méthode et la rigueur qu'il a apportées à toutes ses recherches, il fait une classification exacte et complète des différents ordres d'infiniment petits qui se présentent dans cette théorie, ce qui lui permet de rattacher à un principe unique les résultats nouveaux qu'il donne et ceux qu'on avait trouvés avant lui.

» Cette étude conduisit Bonnet à prendre part, avec un complet succès, au concours ouvert par l'Académie des Sciences de Bruxelles sur la question suivante : *Exposer la théorie générale des séries considérées spécialement sous le rapport de la convergence*. Le rapporteur déclare que le travail couronné est exécuté de main de maître et ne laisse rien à désirer. Il paraît néanmoins un peu effrayé que le lauréat ait osé réfuter une proposition de

l'illustre Poisson sur les développements en série de fonctions $Y_n$ de Legendre et Laplace, qui sont d'un si grand usage en Physique mathématique et en Mécanique céleste. Laplace avait été conduit à ce genre de développements par des considérations indirectes qui, de son propre aveu, sont insuffisantes. Poisson s'en occupa à son tour sans atteindre une entière rigueur; Bonnet reprend la démonstration de Poisson, plus directe que celle de Lejeune-Dirichlet, et réussit à la rendre rigoureuse; il donne également d'importantes propositions sur les célèbres développements de Fourier, Lagrange et Cauchy. Au sujet de ce concours, on lit dans le *Bulletin de l'Académie de Bruxelles :* « Aucun billet cacheté ne s'étant trouvé » joint au Mémoire, il sera fait un appel à l'auteur pour qu'il veuille bien » se faire connaître. » Cette Note demande une explication qui montrera combien peu Bonnet se préoccupait de ses travaux, une fois qu'ils étaient terminés. Il avait omis de joindre à sa rédaction une enveloppe cachetée contenant son nom; puis, absorbé par d'autres recherches, il avait oublié et le concours et son travail qui lui revinrent seulement en mémoire à la suite d'un rêve où il se vit décerner le prix; il put alors tirer d'embarras l'Académie de Bruxelles qui cherchait en vain le nom de son lauréat.

» Quoique attiré surtout vers la Géométrie, Bonnet est revenu fréquemment aux questions de pure Analyse; ses recherches ingénieuses sur les équations numériques, sur le calcul approché des racines imaginaires, sur l'application du théorème de Descartes à la résolution des équations, sur le théorème des accroissements finis, sont devenues classiques. Un Mémoire sur les équations aux dérivées partielles répond à une objection faite par M. Bertrand à un raisonnement de Cauchy et Jacobi ; un deuxième travail sur le même sujet, en montrant la possibilité d'étendre à un nombre quelconque de variables la méthode donnée par Lagrange pour les équations aux dérivées partielles des surfaces, fournit une voie nouvelle d'intégration aussi simple que celle de Cauchy et Jacobi.

» En 1844, Bonnet présenta à l'Académie un *Mémoire sur la théorie générale des surfaces,* dont l'insertion au *Recueil des Savants étrangers* fut décidée sur un Rapport de Cauchy. Ce Mémoire, dans lequel les propriétés des surfaces sont étudiées par des considérations géométriques jointes à l'emploi des infiniment petits, présente un intérêt exceptionnel dans l'Œuvre de Bonnet, car il est le premier pas dans la voie où devaient se rencontrer tant de belles et importantes découvertes. Il fut suivi par un second travail, dont l'influence sur le développement de la Géométrie moderne a été capitale, le *Mémoire sur l'emploi d'un nouveau système de*

*coordonnées dans l'étude des propriétés des surfaces courbes.* Les recherches de Monge et Gauss reposent sur l'emploi des coordonnées de Descartes. Bonnet, regardant une surface comme l'enveloppe de ses plans tangents, indique un système de variables qui permet de mettre sous une forme très simple la plupart des formules, et qui constitue une précieuse méthode de recherches. Ces deux Mémoires, accompagnés de plusieurs Notes, contiennent, sur la théorie générale des surfaces, des résultats dont nous devons faire ressortir l'extrême importance.

» Lorsqu'on déforme une surface regardée comme une pièce d'étoffe sans élasticité, la courbure d'une ligne de la surface change. Bonnet établit que la courbure de la projection de la ligne sur le plan tangent reste invariable; il montre l'importance de cet élément nouveau dans les formules de Gauss, dans l'équation des lignes géodésiques, dans l'expression des conditions d'orthogonalité de deux familles de courbes; mais, et c'est là un trait caractéristique de la modestie de Bonnet, il ne donne aucun nom à cet élément si important; exemple mémorable pour les auteurs qui encombrent la Science de mots inutiles! Un nom cependant s'imposait pour l'élément découvert par Bonnet : Liouville l'appela *courbure géodésique,* en raison de son analogie avec la courbure des courbes planes, que les deux faits suivants mettront en évidence. Les lignes les plus courtes tracées sur une surface ont une courbure géodésique nulle, comme les droites du plan ont une courbure nulle; la courbe de longueur donnée qui, sur une surface, entoure l'aire la plus grande, a une courbure géodésique constante, comme le cercle dans le plan a une courbure constante. A côté de cet élément du deuxième ordre, Bonnet en introduit d'autres du troisième, dont l'un, appelé *torsion géodésique*, joue un rôle essentiel dans plusieurs questions, comme le montrera un exemple. L'illustre Lamé avait déterminé toutes les familles de surfaces qui sont à la fois orthogonales et isothermes, en dehors des systèmes évidents formés de cônes et de cylindres. Bonnet, par l'application de ses formules, résout immédiatement ce problème difficile; il montre que les lignes asymptotiques des surfaces cherchées doivent être des *droites :* les surfaces sont donc du second ordre. Ces éléments nouveaux donnent encore une interprétation géométrique des rotations qui figurent dans les formules de Codazzi, dont Bonnet a indiqué une belle démonstration; ils permettent enfin, par une formule élégante et simple, de lever l'indétermination que présentent les formules ordinaires, quand on cherche le rayon de courbure d'une ligne tangente à une asymptotique et ayant son plan osculateur tangent à la surface.

» Le chemin le plus court entre deux points d'une sphère est le plus petit des deux arcs de grand cercle joignant ces points. Si l'on cherche de même le plus court chemin entre deux points d'une surface quelconque, on démontre aisément qu'il doit être composé avec les arcs de certaines courbes appelées *lignes géodésiques;* mais, par les deux points donnés, il peut passer plusieurs lignes géodésiques et il se présente alors le problème délicat de reconnaître celle de ces lignes qui donne effectivement un minimum relatif ou absolu de la distance. Une règle remarquable, énoncée par Jacobi, permet d'assigner une limite de longueur, passée laquelle une ligne géodésique n'est plus un minimum relatif. Bonnet démontre cette règle et en fait une application saisissante : si, sur une surface convexe, le produit des rayons de courbure principaux est inférieur à une constante positive $a^2$, une ligne géodésique ne peut être le plus court chemin sur une longueur supérieure à $\pi a$; la surface ne peut pas avoir de nappes infinies. Bonnet fait reposer sa démonstration sur une formule exprimant la variation de longueur d'une ligne géodésique qui se déplace infiniment peu; puis il donne, pour la variation de longueur d'une courbe quelconque sur une surface, une formule très importante et très utile qui contient uniquement des éléments géométriques d'une signification simple et précise.

» Par analogie avec l'idée de courbure d'un arc fini de courbe, Gauss et Olinde Rodrigues ont conçu la notion de la courbure sphérique d'une partie de surface. Si, par le centre d'une sphère de rayon égal à l'unité, on mène des parallèles aux normales à une surface le long d'une courbe fermée, l'aire sphérique ainsi découpée est la courbure sphérique de la partie de surface limitée par la courbe. Cette courbure est exprimée par une intégrale double. Bonnet fit faire un grand progrès à la question, en remplaçant l'intégrale double par une intégrale simple prise sur la courbe limite et ne contenant que des éléments géométriques nettement définis : l'élégante formule de Bonnet donne immédiatement, quand on l'applique à un triangle géodésique, le célèbre théorème de Gauss.

» Les surfaces dont les lignes de courbure sont planes ou sphériques ont attiré, dès l'origine de la théorie des lignes de courbure, l'attention des géomètres. Le fondateur de cette branche de la Science, l'illustre Monge, avait fait connaître une classe particulière de ces surfaces, celles qui admettent un système de lignes de courbure situées dans des plans parallèles. Dupin avait donné ensuite d'élégants théorèmes sur les surfaces à lignes de courbure sphériques. Bonnet, abordant le problème dans toute sa généralité, détermine les surfaces à lignes de courbure planes ou

sphériques, dans les deux systèmes ou dans un seul. Après avoir habilement établi les équations du problème à l'aide de la représentation sphérique, il donne leurs intégrales et en déduit une génération géométrique des surfaces cherchées.

» Parmi les applications particulières de la théorie des surfaces, deux problèmes célèbres, la détermination des surfaces applicables sur une surface donnée et l'étude des surfaces d'étendue minimum, ont fait l'objet des profondes recherches de Bonnet. Le problème des surfaces applicables consiste à chercher si deux surfaces, regardées comme des pièces d'étoffes sans élasticité, peuvent être appliquées exactement l'une sur l'autre. En 1860, comme sujet d'un concours mémorable dans l'histoire de la Géométrie, l'Académie avait proposé la question suivante : *Former l'équation ou les équations différentielles des surfaces applicables sur une surface donnée; traiter le problème dans quelques cas particuliers, soit en cherchant toutes les surfaces applicables sur une surface donnée, soit en trouvant seulement celles qui remplissent, en outre, une seconde condition choisie de manière à simplifier la solution.* Sur cinq Mémoires présentés au concours, trois devaient mériter toute l'approbation et les plus vives félicitations de l'Académie. Voici comment ils sont jugés par le rapporteur :

» Les trois Mémoires inscrits sous le n° 1 (celui de Bour), sous le n° 2 (celui de Codazzi), sous le n° 3 (celui de Bonnet) ont résolu la question principale qui consistait à former les équations différentielles de toutes les surfaces applicables sur une surface donnée. Tous trois ont appliqué leurs formules aux cas qui se présentent le plus naturellement et dont l'étude les a conduits à d'élégants théorèmes dont les plus remarquables, qui sont en même temps les plus simples, se trouvent obtenus dans les trois Mémoires; aucun des concurrents ne semble donc avoir, pour cette partie du travail, de supériorité sur les deux autres; tous trois ont fait preuve d'une grande habileté analytique et de connaissances très profondes en Géométrie.

» Néanmoins la Commission décerna le prix à Bour parce que son Mémoire contenait un Chapitre, jugé très remarquable, sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre; des mentions honorables furent données aux Mémoires de Bonnet et de Codazzi. « Edmond » Bour, dit M. Bertrand dans son *Rapport sur les progrès de l'Analyse,* en » imprimant le Mémoire couronné par l'Académie, a malheureusement » supprimé la dernière partie, dont la haute portée avait si vivement » frappé la Commission; désireux de l'étendre et de l'éclaircir, il voulait » y consacrer un Mémoire spécial et étendu. Sa mort prématurée laissera, » comme celle de Galois, de profonds regrets aux géomètres, et ce pré-

» cieux commentaire, que ses amis n'ont pas retrouvé dans ses papiers, » est à jamais perdu pour la Science. » La première place que la Commission avait donnée à Bour ne lui reste donc pas dans l'histoire de la théorie des surfaces applicables, où Bonnet et Codazzi doivent être placés à côté de lui. Dans les résultats que contient le Mémoire de Bonnet, nous citerons comme les plus élégants, l'équation différentielle des surfaces applicables en coordonnées symétriques, la détermination des surfaces pour lesquelles l'application peut se faire d'une infinité de manières, comme pour la sphère et les surfaces de révolution, la condition pour que deux surfaces réglées puissent être appliquées l'une sur l'autre sans que leurs génératrices coïncident; enfin de beaux théorèmes sur la déformation des surfaces réglées dont les génératrices restent droites.

» L'importance du rôle que jouent en Géométrie la courbure totale et en Physique mathématique la courbure moyenne a depuis longtemps dirigé les efforts des géomètres vers la détermination et l'étude des surfaces pour lesquelles l'une de ces courbures est constante. Bonnet ramène les deux problèmes l'un à l'autre, en faisant cette ingénieuse remarque que l'on peut faire correspondre à toute surface, dont la courbure totale est constante, deux surfaces parallèles dont la courbure moyenne l'est également. Il donne de curieux théorèmes sur la correspondance entre les lignes des trois surfaces, sur les systèmes de courbes obtenus en faisant la carte des surfaces sur un plan, sur la déformation des surfaces à courbure moyenne constante.

» Parmi ces dernières, les plus simples sont les surfaces à courbure moyenne *nulle* ou surfaces d'aire minimum dont l'étude, qui touche à la fois à la Physique mathématique et à la Théorie des fonctions, présente un intérêt exceptionnel. Lorsqu'on envisage dans l'espace un contour fermé, il est évident que, parmi toutes les surfaces continues passant par ce contour, il en est une dont l'aire est minimum : l'équation aux dérivées partielles, dont dépend la recherche de cette surface, a été donnée par Lagrange comme application de sa méthode des variations, dans le fameux Mémoire qui contient les principes de ce nouveau calcul. L'interprétation géométrique de cette équation différentielle et les premiers exemples de surfaces minima ont été indiqués par Meusnier : Monge et Legendre ont donné ensuite l'intégrale générale de l'équation. En 1853, Bonnet, appliquant aux surfaces minima son système de coordonnées tangentielles, découvrit des résultats de la plus haute importance. « Ces recherches, dit » M. Darboux dans ses belles *Leçons sur la Théorie des surfaces*, ont

» réalisé un progrès décisif dans la théorie des surfaces minima; elles ont » donné l'intégrale sous une forme qui a permis d'obtenir toutes les sur- » faces minima réelles et un nombre illimité de surfaces algébriques; elles » ont fait connaître surtout un grand nombre de propriétés communes à » toutes ces surfaces; elles ont enfin permis la solution complète du pro- » blème suivant qui est fondamental : déterminer la surface minimum pas- » sant par une courbe quelconque et admettant en chaque point de cette » courbe un plan tangent donné ». La solution trouvée par Bonnet lui fournit le moyen de déterminer une surface minimum connaissant soit une de ses géodésiques, soit une de ses asymptotiques, soit une de ses lignes de courbure; la recherche des surfaces minima applicables sur une surface minimum donnée le conduit à la notion de surfaces minima associées; le problème des cartes géographiques lui donne pour ces surfaces un résultat caractéristique : pour faire la carte d'une surface minimum sur la sphère, c'est-à-dire pour avoir une image sphérique de la surface dans laquelle les triangles infiniment petits de la surface restent semblables à eux-mêmes, il suffit de faire correspondre, à chaque point de la surface, le point où le rayon parallèle à la normale rencontre la sphère.

» Les méthodes de transformation des figures constituent un moyen précieux de recherche et de classification; les plus simples d'entre elles ont été données par Poncelet et Chasles. Dans la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre, Monge avait déjà fait usage d'une transformation qui, d'après une remarque de Chasles, revient à une transformation par polaires réciproques. Bonnet en donne une autre, généralisée depuis par Laguerre, réciproque comme celle de Monge, et possédant la curieuse propriété de conserver les lignes de courbure comme le font l'inversion et la dilatation par laquelle on passe d'une surface aux surfaces parallèles. Il fait usage de cette transformation pour ramener à l'étude des surfaces minima celle des surfaces dans lesquelles la somme des rayons de courbure principaux est double de la longueur de la normale jusqu'à un plan fixe.

» Après la belle découverte de Dupin sur les lignes de courbure des familles de surfaces orthogonales, l'étude de ces systèmes a fait l'objet de travaux d'une grande portée, tant en Géométrie qu'en Physique mathématique. Mais ces systèmes de surfaces furent étudiés longtemps, sans qu'on recherchât les conditions de leur existence et le degré d'arbitraire pouvant subsister dans leur construction. Quelques géomètres, trompés par l'analogie avec le problème des réseaux de courbes orthogonales dans

un plan, avaient cru qu'on pouvait associer à une famille de surfaces arbitrairement choisie, deux autres familles orthogonales entre elles et à la première. Bouquet, le premier, montra par un exemple que cette idée était fausse. Après lui, la question fit de rapides progrès : Serret prouva que le paramètre des surfaces d'une famille d'un système triple orthogonal doit vérifier une équation du sixième ordre. Mais c'est Bonnet qui donna la solution définitive de la question en montrant que, pour déterminer tous les systèmes triples orthogonaux, il suffisait d'intégrer une équation aux dérivées partielles du troisième ordre. Pour arriver à ce résultat, il décompose le problème en deux : il étudie d'abord le système des normales à une famille de surfaces pouvant appartenir à un système triple, puis il en déduit l'équation différentielle qui caractérise ces surfaces.

» Aucune partie de la Géométrie infinitésimale ne devait rester étrangère à Bonnet. La théorie des courbes gauches lui doit d'importants résultats, parmi lesquels il faut placer en première ligne les évaluations élégantes de divers infiniment petits d'ordre supérieur, à l'aide de l'élément d'arc, de l'angle de contingence et de l'angle de torsion; ces expressions, d'une grande utilité dans beaucoup de démonstrations géométriques, sont aujourd'hui classiques.

» A côté de ces travaux de Géométrie qui forment la partie essentielle de son œuvre, Bonnet a publié d'importants Mémoires sur la Mécanique rationnelle, la Mécanique céleste, la Physique mathématique.

» Dans une Note intitulée : *Démonstration d'un nouveau théorème de Mécanique,* il rattache, à un principe général, les remarques faites par Lagrange et Legendre sur le mouvement d'un point attiré par deux centres fixes en raison inverse du carré de la distance; il montre que, si un point matériel libre soumis successivement à différentes forces décrit la même courbe, il peut encore la décrire quand on le soumet à la fois à toutes ces forces.

» Euler a démontré qu'une lemniscate dont une des tangentes au point double est verticale possède la curieuse propriété suivante : si un point pesant glisse sur la courbe et part du point double sans vitesse, il arrive en un point quelconque de la lemniscate dans le même temps que s'il avait suivi la corde. Bonnet étend cette propriété au cas d'une attraction proportionnelle à la distance issue du point double. Puis il généralise de même les recherches de Coriolis sur la chaînette pesante d'égale résistance, en déterminant suivant quelle loi doit varier l'épaisseur d'une chaîne dont tous les éléments sont attirés par un point fixe proportionnellement à la distance, pour que, dans l'équilibre, la tension en chaque point soit pro-

portionnelle à l'épaisseur et que, par suite, la résistance à la rupture soit la même partout. Après avoir étudié diverses courbes présentant des propriétés mécaniques analogues à celles de la cycloïde, il montre que l'on peut ramener les uns aux autres les problèmes sur l'équilibre des fils et les problèmes sur le mouvement d'un point; la solution d'une question de l'une des catégories fournit la solution d'une question correspondante de l'autre. Des théorèmes de même nature, inconnus de Bonnet au moment où il donna les siens, se trouvent dans le Traité de Statique de Möbius.

» La Mécanique élémentaire avait été enseignée par Bonnet aux élèves de l'institution Sainte-Barbe candidats à l'École Polytechnique : ses leçons, publiées en 1858, forment un Ouvrage excellent, auquel le rétablissement de la Mécanique dans le programme d'admission à l'École donne une nouvelle importance.

» Les recherches de Bonnet en Physique mathématique se rapportent à l'étude déjà signalée des systèmes de surfaces à la fois isothermes et orthogonales, à la théorie de l'élasticité et à la théorie mathématique de la chaleur. Lamé avait étudié analytiquement les lois suivant lesquelles varient les pressions, d'un point à un autre, dans l'intérieur d'un corps élastique; Bonnet traite ce même problème par des considérations de Géométrie pure associées à la méthode des infiniment petits : il retrouve ainsi d'une manière élégante et rapide les formules de Lamé. En supposant la conductibilité variable avec la direction et la position dans l'intérieur d'un corps, Duhamel avait introduit la notion des *axes principaux de conductibilité :* Bonnet, poursuivant ces recherches, a donné d'intéressants résultats sur les cas où ces axes sont normaux à un système triple de surfaces orthogonales.

» Pour déterminer la figure de la Terre et connaître le degré d'approximation avec lequel on peut l'assimiler à un sphéroïde, Laplace a eu l'idée de chercher l'ellipsoïde osculateur en chaque point du globe. Le grand géomètre résout ce problème en supposant la Terre peu différente d'une sphère et en se donnant, comme résultats d'observation, les différences en longitude, latitude et azimut aux extrémités des deux lignes géodésiques qui partent du point considéré et sont tangentes l'une au méridien, l'autre au parallèle. Bonnet reprenant ce problème difficile, avec toutes les ressources fournies par ses travaux sur la théorie des surfaces, trouve d'une manière fort simple les résultats de Laplace et d'autres plus généraux, en substituant aux géodésiques tangentes au méridien et au parallèle des

géodésiques quelconques. Il donne, pour ramener les triangles géodésiques aux triangles sphériques, des formules qui seront d'un grand secours en Géodésie pour la comparaison des réseaux des grands pays. Enfin il résout le problème de Laplace, en substituant aux lignes géodésiques des loxodromies, ce qui lui permet de déterminer l'ellipsoïde osculateur en un point du globe qui appartient à la partie recouverte par les eaux.

» La Mécanique céleste et l'Astronomie doivent encore à Bonnet un Traité d'Astronomie sphérique, malheureusement inachevé, un élégant Mémoire sur les équations différentielles dont dépendent les éléments elliptiques et qui servent de base au calcul des perturbations, puis une savante analyse du problème des réfractions. Le problème général de la réfraction peut, comme on le sait, être rattaché au principe de la moindre action, car il se ramène à la détermination de la courbe le long de laquelle une certaine intégrale définie, analogue à l'action, est un minimum. Bonnet établit les propriétés de la trajectoire d'un rayon lumineux par une méthode géométrique, puis il détermine les limites entre lesquelles on peut appliquer la formule de Laplace pour obtenir une précision déterminée.

» Ce fut là le dernier travail de Bonnet. Affaibli par une longue et cruelle maladie, il dut renoncer à continuer son cours, à assister aux séances de l'Académie et du Bureau des Longitudes. Il mourut le 22 juin 1892, laissant la renommée d'un grand géomètre et l'exemple d'une vie de désintéressement consacrée uniquement à la Science, qu'il a aimée et cultivée jusqu'à son dernier jour. »

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement du cinquième satellite de Jupiter.* Note de M. F. **Tisserand**.

« Ce petit corps est en même temps trop voisin de la planète et trop éloigné des quatre anciens satellites pour que ces derniers lui fassent éprouver des perturbations que les observations puissent révéler.

» Cependant, l'aplatissement de Jupiter peut apporter dans quelques-uns de ses éléments elliptiques des dérangements susceptibles d'être mis en évidence. C'est surtout dans le déplacement rapide du périjove que l'on pourra constater cet effet.

» Soit V le potentiel correspondant à l'aplatissement de Jupiter; on a,

en prenant pour unité de longueur le rayon équatorial de la planète,

$$(1) \quad \begin{cases} V = \frac{fMJ}{a^3}\left[\frac{1}{3} + \frac{1}{2}e^2 + e\cos(l-\varpi) + \dots\right], \\ \frac{d\varpi}{dt} = \frac{1}{na^2e}\frac{\partial V}{\partial e}, \qquad \frac{de}{dt} = -\frac{1}{na^2e}\frac{\partial V}{\partial \varpi}, \\ fM = n^2a^3. \end{cases}$$

$a$, $e$, $n$, $l$, $\varpi$ désignent respectivement

le demi grand axe,
l'excentricité,
le moyen mouvement,
la longitude moyenne
et la longitude du périjove du cinquième satellite que nous supposons se mouvoir dans le plan de l'équateur de la planète, ce qui d'ailleurs paraît conforme aux observations;
J est une constante, égale à 0,0219.

» Les formules (1) donnent

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{d\varpi}{n\,dt} = \frac{J}{a^2}\left[1 + \frac{1}{e}\cos(l-\varpi) + \dots\right], \\ \frac{de}{n\,dt} = -\frac{J}{a^2}\left[\qquad \sin(l-\varpi) + \dots\right]. \end{cases}$$

$e$ n'a pas d'inégalités séculaires; il n'en est pas de même de l'élément $\varpi$ pour lequel on a, en négligeant les inégalités à courtes périodes,

$$\delta\varpi = nt\frac{J}{a^2};$$

on a, d'ailleurs,

$$a = 2{,}56 \qquad \text{et} \qquad T = 11^h 57^m, \qquad \frac{J}{a^2} = 0{,}00334 = \frac{1}{300},$$

en désignant par T la durée de révolution du satellite.

» On en conclut, au bout d'une année,

$$\delta\varpi = 733\frac{J}{a^2} \times 360^\circ = 882^\circ.$$

» Ainsi, le périjove se déplacerait dans le sens direct de 882° en un an; il emploierait, à très peu près, cinq mois pour faire une révolution complète. Si donc l'excentricité de l'orbite est sensible, on pourra aper-

cevoir, dans le mouvement du satellite, des traces du déplacement rapide du périjove.

» Or, M. Barnard a constaté que la distance maxima du satellite au centre de la planète est certainement plus faible à l'ouest qu'à l'est (voir *Astronomical Journal*, n$^{os}$ 277 et 286). Cela ne doit pas durer, et, au bout de soixante-quinze jours, l'effet constaté par M. Barnard devrait être déplacé de l'ouest à l'est, par une transition continue, et en tenant compte, bien entendu, des déplacements relatifs de Jupiter et de la Terre.

» Il s'agit sans doute d'effets très petits, mais que la grande précision des observations faites au Mont-Hamilton pourra, pensons-nous, mettre en évidence. Nous nous bornerons aujourd'hui à appeler sur ce point l'attention des astronomes assez heureux pour observer le petit corps découvert par M. Barnard.

» Voici, d'ailleurs, comment il convient de calculer les formules qui doivent remplacer celles du mouvement elliptique.

» Si l'on pose

$$e \sin \varpi = x, \qquad e \cos \varpi = y, \qquad \frac{J}{a^2} = \sigma,$$

on conclut aisément des équations (2)

$$\frac{dx}{\sigma n\, dt} = y + \cos l, \qquad \frac{dy}{\sigma n\, dt} = -x - \sin l,$$
$$\frac{dl}{dt} = n.$$

Ces équations ont pour intégrales générales

$$x = e_0 \sin(\sigma n t + \varpi_0) + \frac{\sigma}{1 - \sigma} \sin l,$$
$$y = e_0 \cos(\sigma n t + \varpi_0) + \frac{\sigma}{1 - \sigma} \cos l,$$

en désignant par $e_0$ et $\varpi_0$ deux constantes arbitraires. Les formules du mouvement elliptique

$$v = l + 2e \sin(l - \varpi) = l + 2y \sin l - 2x \cos l,$$
$$\frac{r}{a} = 1 - e \cos(l - \varpi) = 1 - x \sin l - y \cos l,$$

donneront ensuite

$$v = l + 2e_0 \sin(l - \sigma nt - \varpi_0),$$
$$\frac{r}{a} = 1 - \sigma - e_0 \cos(l - \sigma nt - \varpi_0),$$
$$l = nt + \varepsilon \qquad \sigma = \frac{1}{300}.$$

» Il convient de dire un mot des perturbations de $\varepsilon$. On peut prendre ici

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = -\frac{2}{na}\frac{\partial V}{\partial a} = \frac{2}{na}\frac{fMJ}{a^4} = 2\sigma n;$$

d'où

$$\varepsilon = 2\sigma nt + \varepsilon_0,$$
$$l = nt(1 + 2\sigma) + \varepsilon_0.$$

Le moyen mouvement fourni par les observations sera donc $n(1+2\sigma)$, de même que le demi grand axe sera $a(1-\sigma)$. Il faudrait poser

$$n(1+2\sigma) = n', \qquad a(1-\sigma) = a'.$$

En omettant les accents, il vient finalement

$$(3) \qquad \begin{cases} v = l + 2e_0 \sin(l - \sigma nt - \varpi_0), \\ \dfrac{r}{a} = 1 - e_0 \cos(l - \sigma nt - \varpi_0), \\ l = nt + \varepsilon_0, \qquad n^2 a^3 = fM(1+\sigma); \end{cases}$$

$n$, $e_0$, $\varpi_0$ et $\varepsilon_0$ sont quatre constantes qui devront être empruntées à l'observation. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la propagation de l'électricité.* Note de M. **H. Poincaré.**

« On a représenté les variations du potentiel électrique dans un fil qui transmet une perturbation électrique par l'équation

$$A\frac{d^2V}{dt^2} + 2B\frac{dV}{dt} = C\frac{d^2V}{dx^2},$$

qui est connue sous le nom d'*équation des télégraphistes.* V est le potentiel, A, B, C sont des constantes; le premier terme provient de la self-induction, le second de la résistance ohmique, le second membre de la capacité du fil.

» On peut, en choisissant convenablement les unités, réduire l'équation à la forme

$$\frac{d^2 V}{dt^2} + 2\frac{dV}{dt} = \frac{d^2 V}{dx^2};$$

l'unité de vitesse est alors la vitesse de la lumière. Si l'on pose

$$V = U e^{-t},$$

l'équation devient

$$(1) \qquad \frac{d^2 U}{dt^2} = \frac{d^2 U}{dx^2} + U.$$

» Pour que le problème soit déterminé, il faut que l'on se donne les conditions initiales; je suppose donc que, pour $t = 0$, U se réduit à une fonction donnée $f(x)$, que je mettrai sous la forme d'une intégrale de Fourier

$$f(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \theta(q) e^{iqx} dq,$$

et que $\frac{dU}{dt}$, pour $t = 0$, se réduit à une fonction donnée

$$f_1(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \theta_1(q) e^{iqx} dq.$$

Je puis alors mettre l'intégrale de (1) sous la forme

$$(2) \qquad U = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{iqx}\left[\theta \cos t\sqrt{q^2-1} + \theta_1 \frac{\sin t\sqrt{q^2-1}}{\sqrt{q^2-1}}\right] dq,$$

ou bien

$$(3) \qquad U = \int_{-\infty}^{+\infty} \alpha e^{i[qx+t\sqrt{q^2-1}]} dq + \int_{-\infty}^{+\infty} \beta e^{i[qx-t\sqrt{q^2-1}]} dq,$$

où

$$\alpha = \frac{\theta}{2} + \frac{\theta_1}{2i\sqrt{q^2-1}}, \qquad \beta = \frac{\theta}{2} - \frac{\theta_1}{2i\sqrt{q^2-1}}.$$

» Discutons ces résultats et, pour fixer les idées, supposons que $f(x)$ et $f_1(x)$ soient nuls pour

$$x > a \quad \text{ou} \quad x < b$$

et soient égaux à des polynômes entiers en $x$ pour

$$a > x > b.$$

Alors $\alpha$ et $\beta$ peuvent se mettre sous la forme

$$\alpha = \alpha' e^{-iqa} + \alpha'' e^{-iqb}, \qquad \beta = \beta' e^{-iqa} + \beta'' e^{-iqb},$$

$\alpha'$, $\alpha''$, $\beta'$ et $\beta''$ étant développables suivant les puissances de $\frac{1}{q}$ quand $q$ est assez grand.

» Si alors nous mettons U sous la forme (3), la première intégrale du second membre de (3) s'écrira

$$\int_{-\infty}^{+\infty} (\alpha' e^{-iqa} + \alpha'' e^{-iqb})\, e^{iq(x+t)} \psi(q, t)\, dq,$$

où

$$\psi(q, t) = e^{it[\sqrt{q^2-1}-q]}$$

est développable pour $q$ suffisamment grand, suivant les puissances croissantes de $\frac{1}{q}$ et de $t$. Alors, en vertu d'un théorème facile à démontrer, cette intégrale est une fonction holomorphe de $x$ et de $t$, pour $t = 0$, et pour toutes les valeurs réelles de $x$, sauf pour

$$x = a - t, \qquad x = b - t.$$

De même, la seconde intégrale du second membre de (3) sera holomorphe, sauf pour

$$x = a + t, \qquad x = b + t.$$

» Ainsi, pour $t = 0$, U sera une fonction holomorphe de $x$ et de $t$, sauf pour

$$x = a \pm t, \qquad x = b \pm t.$$

» Les valeurs initiales de U et de $\frac{dU}{dt}$ étant nulles pour $x > a$ et $x < b$, il en résulte que U sera nul pour

$$x > a + t \quad \text{et} \quad x < b - t.$$

» On voit également que la fonction U possède quatre discontinuités

$$x = a \pm t, \qquad x = b \pm t,$$

qui se propagent avec une vitesse constante égale à celle de la lumière.

» Pour pousser cette étude plus loin, commençons par faire une hypothèse particulière.

» Soient $f = 0$ pour toutes les valeurs réelles de $x$ et $f_1 = 0$ pour toutes

les valeurs de $x$ non comprises entre $-\varepsilon$ et $+\varepsilon$, $f_1 = \frac{\pi}{2}$ pour $-\varepsilon < x < \varepsilon$. On en conclut, si $\varepsilon$ est très petit,

$$\theta = 0, \qquad \theta_1 = 1$$

et

$$\mathrm{U} = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{iqx} \frac{\sin t\sqrt{q^2-1}}{\sqrt{q^2-1}}\, dq = \int \frac{e^{i[qx+t\sqrt{q^2-1}]}}{2i\sqrt{q^2-1}}\, dq - \int \frac{e^{i[qx-t\sqrt{q^2-1}]}}{2i\sqrt{q^2-1}}\, dq.$$

» Les deux intégrales du troisième membre doivent être prises le long d'un chemin allant de $-\infty$ à $+\infty$, mais passant au-dessus de l'axe des quantités réelles, de façon à éviter les points singuliers $q = \pm 1$.

» La théorie des intégrales imaginaires de Cauchy montre que la première intégrale du troisième membre est égale à o pour $x + t > 0$ et à

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\pi} e^{ix\cos\varphi}\, e^{t\sin\varphi}\, d\varphi = \Lambda(x, t)$$

pour $x + t < 0$.

» De même la seconde intégrale est égale à o pour $x - t > 0$ et à $\Lambda(n, t)$ pour $x - t < 0$.

» On a donc

$$\begin{aligned} \mathrm{U} &= 0 \quad \text{pour} \quad x > t, \\ \mathrm{U} &= \Lambda \quad \text{pour} \quad t > x > -t, \\ \mathrm{U} &= 0 \quad \text{pour} \quad x < -t. \end{aligned}$$

» On trouve d'ailleurs aisément

$$\Lambda(x, t) = \pi \sum \frac{(-1)^n}{2^{2n}} \frac{(x^2 - t^2)^n}{(n!)^2} = \pi \mathrm{J}_0\left(\sqrt{x^2 - t^2}\right),$$

$\mathrm{J}_0$ étant la fonction de Bessel.

» Soit maintenant $\theta = 0$, mais $\theta_1$ quelconque; ou, ce qui revient au même, $f$ nul et $f_1$ quelconque; nous supposerons toutefois que $f_1$ est nul pour $x > a$ et $x < b$ et différent de o quand $x$ est compris entre $b$ et $a$.

» On a alors

$$\mathrm{U} = \int_{-\infty}^{+\infty} \theta_1 e^{iqx} \frac{\sin t\sqrt{q^2-1}}{\sqrt{q^2-1}}\, dq = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dz\, f_1(z)}{2\pi}\, \mathrm{K},$$

où l'on a posé

$$\mathrm{K} = \int_{-}^{+\infty} \frac{e^{iq(x-z)} \sin t\sqrt{q^2-1}}{\sqrt{q^2-1}}\, dq.$$

» On voit que

$$K = 0 \quad \text{pour} \quad z > x + t, \quad \text{ou} \quad z < x - t$$

et

$$K = \Lambda(x - z, t) \quad \text{pour} \quad x + t > z > x - t.$$

» Comme, d'autre part, $f_1$ est nul sauf entre $b$ et $a$, nous aurons $\left(\text{si } t > \frac{a-b}{2}\right)$ cinq hypothèses à distinguer :

$$(4) \quad \begin{cases} 1^\circ & x > a + t, & U = 0, \\ 2^\circ & a + t > x > b + t, & U = \int_{x-t}^{a} \frac{f_1(z)}{2\pi} \Lambda(x - z, t)\, dz, \\ 3^\circ & b + t > x > a - t, & U = \int_{b}^{a} \frac{f_1(z)}{2\pi} \Lambda\, dz, \\ 4^\circ & a - t > x > b - t, & U = \int_{b}^{x+t} \frac{f_1(z)}{2\pi} \Lambda\, dz, \\ 5^\circ & b - t > x, & U = 0. \end{cases}$$

» Soit maintenant $f_1$ nul, et $f$ différent de 0 entre $b$ et $a$, mais nul encore pour $x > a$ ou $x < b$. Il vient

$$U = \int_{-\infty}^{+} \theta \cos t\sqrt{q^2 - 1}\, dq,$$

de sorte que, pour passer du cas précédent à celui-ci, il suffit de changer $\theta_1$ en $\theta$ (et $f_1$ en $f$), et de différentier par rapport à $t$. On trouve ainsi dans nos cinq hypothèses :

$$(5) \quad \begin{cases} 1^\circ & x > a + t, & U = 0, \\ 2^\circ & a + t > x > b + t, & U = \int_{x-t}^{a} \frac{f}{2\pi} \frac{d\Lambda}{dt}\, dz + \frac{f(x-t)}{2\pi} \Lambda(t, t), \\ 3^\circ & b + t > x > a - t, & U = \int_{b}^{a} \frac{f}{2\pi} \frac{d\Lambda}{dt}\, dz, \\ 4^\circ & a - t > x > b - t, & U = \int_{b}^{x+t} \frac{f}{2\pi} \frac{d\Lambda}{dt}\, dz + \frac{f(x+t)}{2\pi} \Lambda(-t, t). \\ 5^\circ & b - t > x, & U = 0. \end{cases}$$

» Observons d'ailleurs que

$$\Lambda(t, t) = \Lambda(-t, t) = \pi.$$

» Nous avons ainsi la solution complète de deux cas particuliers, celui où $f$ est nul et celui où $f_1$ est nul. Il est clair que l'on résoudrait le cas général, en ajoutant ces deux solutions particulières.

» Les résultats précédents peuvent donner lieu à diverses observations ; on voit d'abord que la *tête* de la perturbation se propage avec une certaine vitesse, de telle sorte que, en avant de cette tête, la perturbation est nulle, contrairement à ce qui se passe dans la théorie de la chaleur de Fourier et conformément aux lois de la propagation de la lumière ou du son par ondes planes, déduites de l'équation des cordes vibrantes. Mais il y a, avec ce dernier cas, une différence importante, car la perturbation, en se propageant, laisse derrière elle un résidu qui n'est pas nul ; car U ne s'annule pas pour $b + t > x > a - t$.

» Si $a - b$ est très petit, c'est-à-dire si la perturbation est de très courte durée, les termes qui, dans les équations (4) et (5), sont exprimés par des intégrales sont très petits, tandis que les termes débarrassés du signe $\int$ restent finis. On a donc sensiblement

$$U = \tfrac{1}{2}f(x - t) \quad \text{pour } a + t > x > b + t,$$
$$U = \tfrac{1}{2}f(x + t) \quad \text{pour } a - t > x > b - t,$$
$$U = o \text{ dans tous les autres cas.}$$

» Le résidu est donc négligeable devant la perturbation principale ; mais il n'en est plus de même si la perturbation est de longue durée et si $a - b$ est fini. Le résidu peut alors troubler les observations.

» Je crois qu'il ne sera pas inutile de se rappeler ces résultats quand on voudra discuter les expériences relatives à la vitesse de propagation de l'électricité.

» Des questions du même genre avaient été abordées par des méthodes toutes différentes, par le regretté Hugoniot, dans ses Mémoires des LVII$^e$ et LVIII$^e$ Cahiers du *Journal de l'École Polytechnique ;* les méthodes que je propose conduisent à une solution plus complète et à des démonstrations plus rigoureuses. »

OPTIQUE. — *Vérifications numériques relatives aux propriétés focales des réseaux diffringents plans.* Note de M. **A. Cornu.**

« L'observation précise des propriétés focales des réseaux n'est pas sans offrir quelques difficultés : les unes sont d'ordre général et se rapportent

au problème pratique de la détermination exacte des plans focaux d'un système optique; les autres sont spéciales aux réseaux et corrélatives de la perfection du tracé ou de la surface. Ces deux genres de difficultés, le plus souvent inséparables, rendent assez délicates les vérifications numériques de la théorie exposée précédemment (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1215 et 1421).

» *Difficultés relatives à la détermination d'un plan focal.* — Lorsque la précision demandée est de l'ordre du millimètre pour un foyer de quelques décimètres et une ouverture angulaire de plusieurs degrés, l'observation est facile; mais si l'on recherche une précision plus grande les incertitudes et les erreurs systématiques apparaissent. J'aurai plus tard l'occasion de revenir sur ce problème, qui se présente dans des études très diverses, et d'indiquer certaines conditions permettant d'atteindre une assez haute précision : les présentes observations remplissent imparfaitement ces conditions spéciales; aussi l'expérience montre-t-elle qu'on doit considérer comme très satisfaisantes des erreurs ne dépassant pas $0^{cm},02$-$0^{cm},03$ (deux à trois dixièmes de millimètre) sur une distance focale d'environ $45^{cm}$ : encore ne peut-on atteindre cette approximation que dans les mesures différentielles.

» *Difficultés propres aux réseaux.* — Tous les réseaux ne se prêtent pas à l'étude précise des propriétés focales : la formation d'une image sans aberration exige en effet que la loi régissant la distance des traits à une origine fixe soit de la forme $s = bt + ct^2$ (*loc. cit.*, p. 1217).

» Or, dans les réseaux tracés en vue d'une équidistance parfaite, cette loi ne peut résulter que d'une altération de cette équidistance due à une imperfection systématique ou accidentelle de la machine : la loi sera donc en général plus complexe.

» Cependant, comme on peut diaphragmer le réseau en parties assez étroites pour qu'une fonction du second degré représente dans cet intervalle la succession des traits avec une rigueur suffisante, on trouvera presque toujours des plages fournissant pour chaque spectre une image focale assez nette; mais la définition de leurs foyers sera d'autant moins bonne qu'elles seront plus étroites. En outre, suivant la continuité ou la discontinuité de ces plages successives, chaque plan focal variera d'une façon continue ou discontinue : dans le premier cas, l'image sera confuse et inutilisable par l'incertitude du foyer; dans le second, une difficulté d'un autre genre se présentera, car l'image sera nette mais multiple, chaque plage régulière fournissant un foyer particulier.

» *Examen optique de la surface des réseaux.* — La méthode d'exploration de Foucault permet, avant toute mesure, de reconnaître les divers accidents de la surface d'un réseau ; l'observation se fait sur le même goniomètre ; il suffit d'enlever l'oculaire de la lunette et de placer l'œil derrière l'écran mobile au foyer de l'image spectrale (lumière jaune de la soude) de chaque ordre : les inégalités d'éclat de la surface du réseau décèlent les plages irrégulières et tous les défauts du tracé. On reconnaît, par exemple, que les faisceaux lumineux constitutifs des images ne sont pas toujours formés par la surface entière du réseau, et que les plages efficaces varient de position avec l'ordre des spectres ; alors, les images des divers ordres sont issues de groupes de traits différents formant en réalité des réseaux distincts : de là une source d'erreurs systématiques qui paraîtraient inexplicables sans ces observations préliminaires.

» *Simplification des formules pour la comparaison avec l'expérience.* — L'observation consistant à mesurer le dépointement $x$ (par rapport au foyer principal) de la lunette du goniomètre (p. 1421), il est utile d'introduire directement cette mesure dans la formule. Soit $f$ la distance focale principale commune aux objectifs de la lunette et du collimateur ; multiplions par $f^2$ l'équation (6) (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1219 et 1421), on aura

$$\frac{f^2}{\rho}\cos^2\alpha + \frac{f^2}{\rho'}\cos^2\alpha' = \frac{f^2}{R}(\cos\alpha + \cos\alpha') - \frac{f^2}{P}(\sin\alpha + \sin\alpha').$$

» Or $\frac{f^2}{\rho}$ représenterait précisément $-x$ si le réseau, au lieu d'être à une distance $h$ du foyer principal *extérieur* de la lunette, était situé dans le plan de ce foyer. On a, en effet, en comptant *positivement* toutes les longueurs dans la direction de l'objectif à l'oculaire,

$$xy = -f^2, \qquad y = \rho + h.$$

» Éliminant $y$, on tire aisément

$$\frac{f^2}{\rho} = -x + \frac{x^2}{\frac{f^2}{r} + x} \quad \text{ou, en posant,} \quad \frac{f^2}{\rho} = z = -x + c,$$

$c$ étant une correction *toujours positive.*

» L'équation (6) prendra donc la forme linéaire,

$$(6a) \qquad z\cos^2\alpha + z'\cos^2\alpha' = r(\cos\alpha + \cos\alpha') - p(\sin\alpha + \sin\alpha'),$$

en posant en outre

$$\frac{f^2}{R} = r, \qquad \frac{f^2}{P} = p.$$

» Le collimateur étant réglé sur l'infini, $z' = 0$, il vient

$$(6b) \qquad z\cos^2\alpha = 2\cos\frac{\alpha-\alpha'}{2}\left(r\cos\frac{\alpha+\alpha'}{2} - p\sin\frac{\alpha+\alpha'}{2}\right),$$

ou, en remplaçant le coefficient de $p$ par sa valeur tirée de l'équation (7) (p. 1421),

$$(6c) \qquad z\cos^2\alpha = 2r\cos\frac{\alpha-\alpha'}{2}\cos\frac{\alpha+\alpha'}{2} - \frac{m\lambda p}{e}.$$

» Lorsqu'on opère par incidences symétriques ($\alpha_2 = -\alpha_1$, $\alpha'_2 = -\alpha'_1$), on élimine les termes en $z'$ et en $r$, et la formule (16) (*loc. cit.*, p. 1224) devient

$$(16a) \qquad \frac{1}{2}(z_1 - z_2)\cos^2\alpha = -2p\cos\frac{\alpha-\alpha'}{2}\sin\frac{\alpha+\alpha'}{2},$$

en ayant soin, pour conserver le signe conventionnel de P d'après la *fig.* 1 (p. 1218) [1], de faire correspondre $z_1$ à $\alpha$ positif.

» Enfin, le calcul numérique se simplifie encore si l'on s'impose la condition $\alpha' - \alpha' =$ const., en maintenant fixes la lunette et le collimateur; c'est alors l'azimut du réseau qu'on fait varier pour observer les spectres des divers ordres. C'est le mode d'observation le plus simple pour les réseaux à réflexion.

» Outre la commodité expérimentale, il fournit pour les azimuts correspondant aux spectres symétriques, la série de vérifications dont voici l'énoncé :

» Théorème. — *Lorsque les faisceaux observés font un angle constant avec le faisceau incident maintenu fixe, la demi-somme des azimuts du réseau correspondant aux spectres d'ordres symétriques est constante et égale à l'azimut correspondant au faisceau réfléchi.*

» La démonstration est immédiate en partant de la formule (7),

$$e(\sin\alpha + \sin\alpha') = m\lambda.$$

### VÉRIFICATIONS NUMÉRIQUES.

» 1° Je citerai en premier lieu, comme particulièrement concluantes, les vérifications fondées sur les observations publiées en 1883 par M. H. Merczyng (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 570) sous le nom d'*anomalies focales des réseaux* et dont l'auteur ne soupçonnait pas l'origine. On reconnaît en effet aisément que la formule (6$c$) reproduit tous les résultats énoncés, sauf celui du § 7 où l'auteur conclut « que la cause des anomalies focales des réseaux à réflexion n'est pas l'irrégularité du tracé

---

(1) Une erreur s'est glissée dans le signe de $c$ et de P, à la fin de l'explication relative à la *fig.* 2 (p. 1221); l'avant-dernière ligne de cette page doit se lire : La figure correspond à $c > 0$, $P > 0$, les traits se resserrent vers la gauche.

» des traits ... ». Les mesures apportent au contraire une confirmation précieuse de l'irrégularité systématique de la distance des traits.

» Les mesures de M. Merczyng fournissent les variations de foyer $\Delta f$ du deuxième spectre de gauche ($m=2$) sous diverses incidences ($i$) produit par un réseau à réflexion de Rutherfurd, le collimateur étant réglé sur l'infini. La concordance des notations

$$\Delta f = x, \qquad \varepsilon = e, \qquad \alpha' = i, \qquad \alpha + \alpha' = \Omega, \qquad \alpha - \alpha' = \Delta$$

et les données numériques suivantes permettent d'appliquer la formule (6c) aux sept groupes d'observations : les sept équations de conditions linéaires en $r$ et $p$ déterminent par la méthode des moindres carrés les deux paramètres R et P et les écarts entre l'observation et le calcul. Il y a une donnée de trop ($e = 1^{\text{cm}},4685.10^{-4}$), mais qui s'accorde rigoureusement avec les autres; en revanche, il en manque une ($h$); peu importante il est vrai, utile pour calculer la petite correction $c$ qui fournit $z$; en la déduisant de la distance probable du réseau à l'objectif ($6^{\text{cm}}$), on ne peut pas commettre d'erreur appréciable sur les vérifications.

*Réseau* ($V_2$) *Rutherfurd* (à réflexion).

$f = 33^{\text{cm}}$, $f - h = 6^{\text{cm}}$ (adopté), $\lambda = 5^{\text{cm}},8889.10^{-5}$ (sodium), $z' = 0$, $m = 2$.

| | $\alpha$. | $\alpha'$. | $x$. | $z$ observé. | Obs. — Calc. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | cm | cm | cm | cm |
| A.... | 50°.17′.30″ | 1°.52′.40″ | 0,48 | −0,474 | 0,061 | 0,061 |
| B.... | 54.16.50 | −0.34. 0 | 0,64 | −0,630 | 0,044 | 0,050 |
| C.... | 58.48. 0 | −3. 3.20 | 0,98 | −0,957 | −0,050 | −0,063 |
| D.... | 62.10.10 | −4.43.10 | 1,25 | −1,213 | 0,046 | 0,067 |
| E.... | 65.26.10 | −6.10.10 | 1,60 | −1,539 | −0,003 | −0,038 |
| F.... | 68. 0.10 | −7.11.30 | 2,25 | −2,131 | −0,175* | » |
| G.... | 72.19.50 | −8.40.20 | 3,30 | −3,051 | −0,084 | −0,008 |

» La première des deux colonnes (obs. — calc.) montre que les écarts sont inférieurs à $0^{\text{cm}},1$ ou à $1^{\text{mm}}$, sauf l'observation F qui, *a priori*, d'après le tracé graphique considéré par l'auteur, est manifestement erronée. Si l'on rejette cette observation et qu'on calcule à nouveau, la seconde colonne montre que les écarts ne dépassent plus $\frac{2}{3}$ de millimètre, résultat très satisfaisant. Les paramètres correspondants sont

$$R = 6142^{\text{cm}},1 \qquad \text{et} \qquad P = 860^{\text{cm}},16.$$

» Cette valeur montre que l'équidistance des traits est notablement altérée; l'*accélération linéaire* $2c$ de cette distance, liée à P par la formule $2c = b^2 : P$ (*loc. cit.*, p. 1423), paraît cependant d'une petitesse extraordinairement petite ($2c = 2^{\text{cm}},5072.10^{-11}$); on se la figurera mieux en la représentant par la différence de largeur des deux moitiés du réseau (*loc. cit.*, p. 1426) : cette différence est égale à $0^{\text{cm}},005731$ ou un peu moins de $\frac{1}{17}$ de millimètre (le réseau offre une largeur de $4^{\text{cm}},4408$ et 30240 traits).

» 2° Un large réseau sur métal, sans défauts, au $\frac{1}{200}$ de millimètre, que

je dois à l'amabilité de M. Léon Brunner, offre à la fois une définition parfaite des raies spectrales et une variation focale extrêmement étendue. Je l'ai étudié et fait étudier à plusieurs reprises à mon laboratoire comme exemple de réseau offrant des propriétés focales. Voici l'une de mes séries d'observations (mai 1893) faite en deux groupes d'incidences symétriques conformément au théorème ci-dessus : le cercle d'azimut du réseau ne donnait que le dixième de degré à l'estime, mais l'approximation est encore suffisante grâce aux vérifications mutuelles. Les positions $x$ des foyers sont les moyennes de cinq lectures toujours concordantes.

*Réseau Brunner* (sur métal).

$f = 43^{cm},617$, $f - h = 10^{cm}$, $\lambda = 5^{cm},8918.10^{-5}$ { Lumière solaire, raie du nickel entre les raies D.

| $\alpha - \alpha' = 34°$. | | | | $\alpha - \alpha' = -34°$. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m_1$. | $\alpha$. | $x$. | $z_1$. | $m$. | $\alpha$. | $x$. | $z_2$. | $\frac{1}{2}(z_1 - z_2)$ obs. | Obs. — Calc. |
| | ° | cm | cm | | ° | cm | cm | cm | cm |
| 5 | 35,0 | 3,042 | −2,885 | −5 | −35,0 | −1,880 | 1,945 | −2,4150 | −0,0049 |
| 4 | 31,4 | 2,310 | −2,219 | −4 | −31,2 | −1,274 | 1,304 | −1,7165 | 0,0090 |
| 3 | 27,8 | 1,712 | −1,661 | −3 | −27,7 | −0,780 | 0,791 | −1,2260 | 0,0203 |
| 2 | 24,1 | 1,222 | −1,196 | −2 | −24,1 | −0,404 | 0,407 | −0,8015 | −0,0252 |
| 1 | 20,7 | 0,764 | −0,754 | −1 | −20,5 | −0,002 | 0,002 | −0,3780 | −0,0030 |
| 0 | 17,0 | 0,404 | −0,401 | 0 | −17,0 | 0,404 | −0,401 | » | » |
| −1 | 13,6 | 0,010 | −0,010 | 1 | −13,5 | 0,680 | −0,672 | 0,3310 | −0,0022 |
| −2 | 10,0 | −0,328 | 1,330 | 2 | −10,0 | 1,006 | −0,989 | 0,6595 | 0,0019 |
| −3 | 6,5 | −0,640 | 0,647 | 3 | − 6,4 | 1,312 | −1,283 | 0,9650 | 0,0054 |
| −4 | 2,9 | −0,938 | 0,954 | 4 | − 2,8 | 1,656 | −1,609 | 1,2815 | −0,0010 |
| −5 | − 0,9 | −1,258 | 1,286 | 5 | 1,0 | 2,000 | −1,932 | 1,6090 | −0,0043 |
| −6 | − 4,7 | −1,602 | 1,649 | 6 | 4,7 | 2,364 | −2,269 | 1,9590 | −0,0110 |

» La vérification est remarquable : le plus grand des écarts (obs. — calc.) n'atteint que $0^{cm},0252$ ou un quart de millimètre; l'erreur moyenne dépasse à peine un dixième de millimètre.

» La valeur de R (presque infinie, car la surface du réseau est très plane) est éliminée par l'emploi de la formule ($16a$); il ne reste donc qu'une inconnue $p$ déterminée par onze équations de conditions très concordantes. Le paramètre P qu'on en déduit a pour valeur

$$P = 695^{cm},32.$$

» 3° Les deux exemples précédents se rapportent à des réseaux opaques; il m'a paru nécessaire, pour varier les conditions expérimentales, d'opérer sur un réseau transparent qui offre les deux modes de production des spectres, par réflexion (surtout avec argenture de la surface striée) et par transmission. A cet effet, j'ai tracé sur glace avec ma machine un large

réseau ($D_4$) au $\frac{1}{200}$ de millimètre avec une vis présentant une légère accélération dans son pas; à l'exploration, le réseau a dû être diaphragmé et réduit à $1^{cm},4$ de largeur pour supprimer une plage donnant un foyer différent. Voici le résumé des observations (mai 1893) :

*Réseau ($D_4$) argenté.*

Même méthode d'observation. Même goniomètre. Lumière électrique, raies D renversées sombres [1].

| $\alpha - \alpha' = 34°$. | | | | $\alpha - \alpha' = -34°$. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m_1$. | $\alpha$. | $x$. | $z_1$. | $m_2$. | $\alpha$. | $x$. | $z_2$. | $\frac{1}{2}(z_1 - z_2)$ obs. | Obs.— Calc. |
| | ° | cm | cm | | ° | cm | cm | cm | cm |
| 5 | 34,9 | −1,454 | 1,417 | −5 | −35,0 | +0,086 | −0,086 | 0,7515 | 0,0338 |
| 4 | 31,3 | −1,302 | 1,273 | −4 | −31,4 | −0,156 | 0,155 | 0,5590 | 0,0273 |
| 3 | 27,6 | −1,106 | 1,082 | −3 | −27,7 | −0,332 | 0,330 | 0,3760 | 0,0075 |
| 2 | 24,1 | −0,864 | 0,851 | −2 | −24,1 | −0,398 | 0,395 | 0,2280 | −0,0041 |
| 1 | 20,5 | −0,682 | 0,674 | −1 | −20,6 | −0,504 | 0,500 | 0,0870 | −0,0235 |
| 0 | 17,0 | −0,524 | 0,520 | 0 | −17,0 | −0,506 | 0,502 | » | » |
| −1 | 13,4 | −0,488 | 0,484 | 1 | −13,5 | −0,670 | 0,662 | −0,0890 | 0,0134 |
| −2 | 9,9 | −0,360 | 0,357 | 2 | −10,0 | −0,700 | 0,691 | −0,1670 | 0,0309 |
| −3 | 6,3 | −0,244 | 0,243 | 3 | −6,4 | −0,774 | 0,764 | −0,2605 | 0,0322 |
| −4 | 2,7 | −0,138 | 0,138 | 4 | −2,8 | −0,876 | 0,863 | −0,3625 | 0,0235 |
| −5 | −1,0 | −0,018 | 0,018 | 5 | 0,9 | −0,948 | 0,933 | −0,4575 | 0,0247 |

» Quoique ce réseau soit moins parfait que le précédent l'écart maximum n'atteint que le $\frac{1}{3}$ de millimètre, la vérification est donc encore très précise : la valeur de $P = -2325^{cm},6$.

*Réseau ($D_4$) désargenté.*

» Le réseau a été désargenté et observé par transmission : il s'agissait de vérifier que le paramètre P conserve bien la même valeur.

» Le calcul numérique est très simple avec l'emploi de l'incidence normale ($\alpha' = 0$); l'élimination du terme $z'$ (qui comprend le défaut de parallélisme du faisceau incident et l'influence de R) se fait, comme dans le cas précédent, en combinant les observations des spectres symétriques : la formule à vérifier devient

$$\tfrac{1}{2}(z_1 - z_2) = p \sin\alpha \,\text{séc}^2\alpha.$$

[1] On obtient les raies D sombres avec toute la finesse désirable, en déposant un peu de sel marin sur le charbon inférieur maintenu *positif*; l'image des deux charbons projetée sur la fente du collimateur offre toutes les transitions d'éclat des raies du sodium depuis les raies brillantes sur fond sombre, jusqu'aux raies sombres sur fond brillant, à mesure qu'on avance de l'arc vers le pôle positif.

| Spectre de gauche. | | | | Spectre de droite. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m_1$. | α. | $x$. | $z_1$. | $m_2$. | α. | $x$. | $z_2$. | $\frac{1}{2}(z_1 - z_2)$ obs. | Obs. — Calc. |
| | ° ′ ″ | cm | cm | | ° ′ ″ | cm | cm | cm | cm |
| 5 | 36.10.12 | 0,524 | —0,520 | —5 | —36.10.30 | —0,872 | 0,887 | —0,7035 | —0,0088 |
| 4 | 28.10.30 | 0,304 | —0,302 | —4 | —28.10.45 | —0,660 | 0,669 | —0,4855 | 0,0076 |
| 3 | 20.43. 9 | 0,188 | —0,187 | —3 | —20.44.30 | —0,460 | 0,464 | —0,3255 | 0,0072 |
| 2 | 13.39.18 | 0,078 | —0,078 | —2 | —13.39.25 | —0,312 | 0,314 | —0,1960 | —0,0006 |
| 1 | 6.46.36 | —0,010 | 0,010 | —1 | — 6.46.50 | —0,206 | 0,207 | —0,0985 | 0,0044 |

» L'accord est excellent puisque l'écart maximum n'atteint pas $\frac{1}{10}$ de millimètre. Enfin la valeur de $P = 2386^{cm},4$ est sensiblement égale à la précédente : le contrôle cherché est donc aussi satisfaisant que possible (¹).

» Les images des réseaux plans que nous venons de considérer sont *astigmatiques :* il y aurait donc lieu de déterminer le second plan focal, celui des lignes transversales aux raies; mais cette étude sera mieux à sa place dans une prochaine Communication relative aux réseaux tracés sur des surfaces courbes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Remarques sur l'échauffement et l'inflammation spontanée des foins;* par M. **Berthelot**.

« Il n'est aucun agronome qui n'ait eu occasion d'observer le développement de chaleur, en apparence spontanée, qui a lieu dans les foins entassés et mal séchés. Ce phénomène a été souvent attribué à des fermentations spéciales : toute fermentation reposant nécessairement sur une réaction chimique exothermique, c'est-à-dire telle qu'elle fournisse l'énergie nécessaire, ainsi que je l'ai établi en 1865; tandis que le ferment joue seulement le rôle d'agent provocateur. Autrefois, c'est-à-dire il y a un demi-siècle, l'inflammation du foin était expliquée surtout par une oxydation.

» En réalité, d'après certaines observations que j'ai eu occasion de faire, le phénomène comprend plusieurs ordres de réactions, essentiellement différentes et sur lesquelles il est utile de donner quelques détails. L'herbe entassée, aussitôt qu'elle a été coupée, pourrit sous l'influence

(¹) L'observation des *moirés* (*loc. cit.*, p. 1426) conduit à des vérifications analogues, quoique moins précises, sur la valeur de P, pour les réseaux transparents : on peut, en effet, les accoupler avec une copie sur gélatine obtenue par le procédé de M. Izarn. Les franges, particulièrement visibles dans les faisceaux diffractés, se photographient aisément, ce qui simplifie encore les mesures.

de l'excès d'eau qu'elle renferme, sans que sa température s'élève sensiblement, et elle devient, comme chacun sait, impropre à l'alimentation du bétail. Si, au contraire, l'herbe est exposée tout d'abord à l'air sur une large surface, les plantes qui la forment meurent, et elles perdent alors rapidement l'eau qu'elles retenaient opiniâtrement à l'état vivant, tant à cause de la structure mécanique que de la constitution chimique et biologique de leurs tissus. En même temps elles manifestent certains phénomènes d'oxydation et d'élimination d'acide carbonique, phénomènes dont nous avons fait, M. André et moi, une étude spéciale, destinée à être publiée prochainement. Ainsi se prépare le foin normal, entassé bientôt en meules, puis distribué en bottes.

» Cependant, si le foin est mis en meules avant d'être suffisamment desséché, il éprouve de nouvelles altérations, distinctes de celles qui répondent aux cas précédents, et accompagnées par un notable dégagement de chaleur, dû à l'intervention des fermentations proprement dites. Mais celles-ci ne sauraient élever indéfiniment la température, la masse atteignant parfois un degré tel que la vie même des microrganismes jouant le rôle de ferments devient impossible. C'est ce qui arrive au-dessus de 40°, pour la fermentation alcoolique; au-dessus de 70°, pour la fermentation butyrique, par exemple, etc. Au-dessus de cette limite, toute transformation dont les ferments organisés sont supposés les agents devrait s'arrêter. Néanmoins, il n'en est pas toujours ainsi et il arrive parfois, au contraire, que l'échauffement provoqué par les fermentations initiales se poursuit au delà de ce degré, ainsi que l'indique un thermomètre plongé dans la masse. En même temps la matière végétale absorbe l'oxygène de l'air; ce qu'il est facile de constater également.

» Ces oxydations, elles, sont d'ordre purement chimique : elles se trouvent exaltées de plus en plus par l'élévation même de la température qu'elles provoquent : celle-ci suffit, à son tour, pour dessécher plus complètement le foin et pour engendrer des produits pyrogénés, qui communiquent à certains foins, dits *échauffés*, un goût et une odeur empyreumatiques. Il arrive même que la masse atteint sur quelque point la température nécessaire à son inflammation proprement dite, température fort inférieure au rouge pour des matériaux de cette nature.

» En résumé, l'élévation de température capable de provoquer l'inflammation résulte de réactions purement chimiques, qui portent sur des produits modifiés au début par les fermentations. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition des eaux de drainage d'hiver, des terres nues et emblavées;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« Dans une Note, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie au mois de janvier dernier (¹), j'ai donné la teneur en azote nitrique des eaux écoulées des cases de végétation de Grignon, pendant la première partie de l'année 1892, de mars à novembre; je complète aujourd'hui les indications précédentes en résumant les résultats recueillis de novembre 1892 à mars 1893.

» Pendant l'hiver, les terres laissent écouler une forte fraction de l'eau qu'elles reçoivent, et bien qu'aux époques où la température baisse, la teneur de ces eaux en nitrates soit beaucoup plus faible que pendant la bonne saison, elles sont cependant, en moyenne, assez chargées.

» Pendant l'été, le mètre cube d'eau écoulée d'une terre en jachère nue renfermait $145^{gr}$ d'azote nitrique; pendant les quatre mois d'hiver la moyenne, pour les eaux de cette même terre, est de $92^{gr}$; cette moyenne est formée de nombres très différents les uns des autres : tandis que les dosages du 8 et du 14 décembre accusaient respectivement $183^{gr}$ et $157^{gr}$ au mètre cube, ceux de janvier ne donnaient que $11^{gr}$ et $9^{gr}$; en février déjà, la teneur des eaux de drainage se relevait à $78^{gr}$ d'azote nitrique par mètre cube, elle atteignait $116^{gr}$ le 2 mars. On se rappelle que, si le mois de janvier 1893 a été rigoureux, février au contraire a été doux et pluvieux.

» Ces nombres sont très élevés; en rapportant à un hectare, ce qui est très facile, puisque, les cases de végétation ayant exactement une surface de $4^{mq}$, elles représentent la $2500^{e}$ partie d'un hectare, on trouve que la case n° 1, maintenue en jachère, a perdu pendant l'hiver 1892-1893 : $81^{kg},185$ d'azote nitrique et pendant l'année entière $221^{kg},8$; quantité excessive qui dépasse de beaucoup les nombres constatés dans l'analyse des eaux de drainage qui s'écoulent des terres en place; ainsi MM. Lawes, Gilbert et Warington donnent comme moyenne des pertes d'un hectare de terre sans végétation, $47^{kg}$ environ.

» Il n'est pas difficile de saisir la raison de ces divergences. J'ai insisté récemment sur la nitrification excessive que détermine souvent la tritura-

(¹) *Comptes rendus*, t. XVI, p. 33. — *Ann. agron.*, t. XIX, p. 65.

tion des terres [1], j'ai indiqué les énormes quantités d'azote nitrique contenues dans les eaux de drainage écoulées d'une terre qui m'avait été envoyée par notre éminent confrère M. Fizeau, les quantités également très fortes qu'ont fournies des terres qui m'avaient été adressées de la Limagne d'Auvergne par M. Émile Boire, administrateur des usines de Bourdon, aussitôt après, que les unes et les autres ont été mises en expériences; j'ai enfin provoqué une nitrification excessive dans des terres qui ne donnaient plus que de faibles quantités de nitrates, en les exposant à l'air et en les triturant à diverses reprises; je crois donc que les nombres très élevés qu'ont donnés les cases de végétation de Grignon, pendant cette première année d'observations, doivent être attribués à la trituration très complète qu'ont subie les terres pendant les travaux de déblai qu'a nécessités la construction des cases, à l'aération à laquelle ces terres ont été exposées pendant plusieurs mois, enfin à la trituration nouvelle qui a accompagné le remplissage des cases.

» Il est vraisemblable que rapidement la nitrification va dans ces terres diminuer d'intensité; déjà je trouve pendant ce mois de décembre 1893, pour une terre en jachère, $93^{gr}$ d'azote au mètre cube, contre $183^{gr}$ et $157^{gr}$ que j'avais dosés au mois de décembre 1892.

» Si les nombres obtenus pendant la première année d'observations n'ont pas de valeur absolue et ne peuvent servir à déterminer les pertes que l'écoulement des eaux de drainage fait subir à un sol en place, ces nombres montrent une fois de plus l'influence qu'exerce la trituration sur l'énergie de la nitrification; ils permettent en outre des comparaisons très instructives. En effet, tandis que la case sans végétation perdait pendant l'hiver 1892-1893 : $81^{kg},185$ d'azote nitrique, la case voisine, sur laquelle on a semé du ray-grass au printemps de 1892, ne perdait que $10^{kg},3$; le mètre cube d'eau écoulée de cette terre ne renfermait que $13^{gr}$ par mètre cube, au lieu de $145^{gr}$ fournis par la terre en jachère.

» Il n'y a pas de raison de supposer que la nitrification soit très différente dans deux cases voisines l'une de l'autre; il était cependant difficile d'admettre que, pendant l'hiver, le ray-grass eût pu utiliser tous les nitrates qui se sont probablement formés dans la case n° 2, comme dans la case n° 1, et qui ne se retrouvent pas dans les eaux de drainage. Aussi, guidé par les recherches antérieures de MM. Berthelot et André, j'ai pensé que peut-

[1] *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 1091. — *Ann. agron.,* t. XIX, p. 401.

être ces nitrates restaient en nature dans les plantes qui couvraient le sol où ils sont formés. Quand, en effet, on dépose sur les racines du ray-grass le sulfate de cinchonamine de M. Arnaud, on voit se former des cristaux de nitrate, ou encore, quand on fait agir, sur les racines préalablement desséchées, le sulfate de diphénylamine, la coloration bleue caractéristique des nitrates apparaît avec une telle intensité qu'on n'a pas hésité à procéder à une recherche quantitative.

» On a trouvé, en effet, pour des Graminées variées :

| | | Dans 100gr de matière sèche. | |
|---|---|---|---|
| | | Azote nitrique. | Azotate de potassium. Calculé. |
| | | gr | gr |
| Jardin du Muséum | Racines... | 0,062 | 0,447 |
| | Tiges..... | 0,113 | 0,815 |
| Prairie de Grignon | Racines... | 0,375 | 2,705 |
| | Tiges..... | 0,039 | 0,281 |

» Ces observations ne font que confirmer celles de MM. Berthelot et André sur la présence universelle des nitrates dans les végétaux; mais il est intéressant de constater que, pendant l'hiver, les nitrates sont emmagasinés, dans les racines et les tiges, prêts à être utilisés au moment du réveil de la végétation.

» La richesse en azote combiné des sols de prairie a été reconnue par tous les analystes; on y trouve 5gr, 7gr, jusqu'à 10gr d'azote par kilogramme de terre; l'enrichissement en azote de ces sols est même assez rapide pour qu'on puisse le constater par des dosages régulièrement espacés : je rappellerai qu'un sol du champ d'expériences de Grignon, qui ne renfermait plus que 1gr,50 d'azote combiné en 1879, en accusait 1gr,88 en 1888, après avoir été maintenu en prairie pendant dix ans [1]. Cet enrichissement est dû à deux causes différentes : d'une part, les microbes fixateurs d'azote de M. Berthelot, les végétaux cryptogamiques de MM. Schlœsing fils et Laurent entrent en jeu, et d'autre part non seulement la nitrification est peu active dans ces sols en repos, mais en outre les faibles quantités de nitrates formés sont retenues par les racines des graminées, les eaux qui s'écoulent sont privées de nitrates, et l'on conçoit aisément que les gains d'azote surpassent les pertes.

» Ce n'est pas seulement dans les racines ou les tiges des graminées de

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 273. — *Ann. agron.*, t. XII, p. 17.

la prairie qu'on trouve des nitrates, on les décèle également dans le blé d'hiver.

» J'ai été conduit à les rechercher en constatant que les eaux de drainage écoulées des terres emblavées en blé à l'automne sont très pauvres. Ces eaux renferment $22^{gr}$, $18^{gr}$ et $39^{gr}$ d'azote nitrique par mètre cube, bien moins par conséquent que celles qui proviennent des terres nues. J'ai voulu savoir quel développement acquièrent pendant l'hiver ces racines dont l'action est si sensible; pour suivre aisément leur développement, j'ai fait semer du blé sur un talus qui borde le champ d'expériences de Grignon le long d'une route; il est facile de dégager à la bêche une rangée de racines, puis à l'aide d'une seringue de jardinier de les débarrasser de la terre dans laquelle elles pénètrent. M. Julien, répétiteur à l'École de Grignon, a bien voulu prendre, de ces racines en place, une photographie que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie; on voit que déjà le 15 décembre après un hiver doux, il est vrai, les racines ont une longueur double de la hauteur des tiges; elles dépassent actuellement $30^{cm}$.

» Les nitrates y sont abondants :

| | | Pour $100^{gr}$ de matière sèche. | |
|---|---|---|---|
| | | Azote nitrique. | Nitrate de potassium (calculé). |
| Blé : Champ d'expériences de Grignon. | Racines... | $0^{gr},563$ | $4^{gr},063$ |
| Blé : Berge du champ d'expériences. | Racines... | 1,041 | 7,581 |
| | Tiges..... | 0,187 | 1,363 |

» Les racines des graminées ne sont pas les seules qui soient chargées de nitrates, on en trouve dans toutes les plantes qui végètent pendant l'hiver et l'on comprend, dès lors, combien il est important de ne laisser la terre découverte que le moins longtemps possible.

» Les pertes d'azote nitrique d'une terre en jachère sont énormes : pendant l'année, mars 1892-mars 1893, les quatre cases sans végétation ont perdu à l'hectare : $221^{kg},4$, $193^{kg},1$, $242^{kg},1$ et $245^{kg},2$; j'ai déjà indiqué que ces pertes sont excessives et qu'on ne les retrouvera pas, mais il n'est pas moins intéressant de remarquer que, pendant ce même laps de temps, la prairie n'a perdu que $30^{kg},1$ et que les trois cases qui ont porté successivement des betteraves à sucre et du blé d'hiver n'ont perdu, pendant cette même année, mars 1892-mars 1893, que $19^{kg},4$, $17^{kg},6$ et $40^{kg},6$; ce dernier nombre, beaucoup plus élevé que les autres, est dû au mode de

fumure employé : cette terre n'avait reçu, comme engrais azoté, que du nitrate de soude facilement entraîné.

» La faiblesse des pertes des terres emblavées est due à deux causes différentes : d'abord à la petite quantité d'eau qui traverse le sol pour atteindre les drains; les plantes herbacées sont de puissants appareils d'évaporation qui rejettent dans l'atmosphère presque toute l'eau tombée, il est très rare que les drains coulent pendant l'été. Quand la belle saison est sèche, le drainage ne s'établit même que longtemps après l'enlèvement des récoltes; cet automne, j'ai déjà recueilli deux fois des eaux des terres en jachère, tandis que c'est seulement maintenant à la fin de décembre que les terres nues, mais qui ont été emblavées en 1893, commencent à s'égoutter.

» En outre, comme je viens de le montrer, si pendant l'hiver l'activité vitale des plantes est trop faible pour qu'elles puissent transformer l'azote des nitrates en albuminoïdes, elles retiennent ces nitrates, les emmagasinent dans leurs racines et dans leurs tiges et empêchent ainsi leur déperdition.

» Pendant la succession betteraves-blé, adoptée dans une grande partie du nord de la France, la terre ne reste découverte qu'après la moisson, et, quand on la fait suivre d'une culture dérobée qu'on enfouit seulement en novembre, sur deux ans la terre n'est découverte que six mois au plus; dans ces conditions les pertes sont réduites au minimum; elles sont beaucoup plus fortes, ainsi que je l'ai indiqué déjà, quand on néglige de semer après le blé une plante à végétation rapide; la terre, en effet, reste alors nue depuis la moisson en août jusqu'au semis de betteraves en avril, et les eaux qui traversent le sol pendant l'automne et l'hiver entraînent souvent plus de nitrates qu'on n'en a introduit dans la fumure des betteraves au printemps de l'année précédente. »

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes* (371) *(Charlois* 1893. *A. D.)*, (372) *Charlois* 1893. *A. H. et Charlois* 1893. *A. I.)*, *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* L. Picart. Note de M. G. **Rayet**.

« L'équatorial photographique a permis de retrouver assez facilement quelques-unes des petites planètes découvertes cette année par M. Charlois à l'observatoire de Nice; plusieurs de ces astres ont ensuite pu être suivis, au grand équatorial, pendant un temps assez long pour donner aux

calculateurs un nombre d'observations suffisant au calcul d'une orbite exacte. Les observations que je publie ici sont la première contribution de l'observatoire de Bordeaux à l'association formée entre les observatoires français pour l'étude des nouveaux astéroïdes; j'espère qu'il nous sera possible de continuer cet ordre de recherches et d'aider ainsi à éviter la perte de quelques-uns de ces astres.

PLANÈTE (371). — CHARLOIS 1893. A. D.

| Dates 1893. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. | Étoiles. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | | | | |
| Août 11..... | 9.36.20,4 | 19.46. 6,25 | $-\bar{2},962$ | 107°.3'.31",3 | −0,891 | 1 | L. Picart |
| 12..... | 9.40. 9,1 | 19.45.24,66 | $-\bar{2},885$ | 107.3.13,1 | −0,892 | 2 | L. Picart |
| 13..... | 9.51.46,3 | 19.44.44,56 | $-\bar{2},638$ | 107.3. 3,1 | −0,893 | 3 | L. Picart |

*Positions moyennes des étoiles de comparaison pour* 1893,0.

| Étoiles. | Catalogues et autorités. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | | |
| 1.. | Munich, t. I, n° 22132 | 19.47.41,21 | +3,09 | 106°.55'.22",9 | −0",95 |
| 2.. | Munich, t. I, n° 22057 et t. II, n° 9390 | 19.46.18,68 | +3,10 | 107. 9.30,5 | −0,81 |
| 3.. | Munich, t. I, n° 22057 et t. II, n° 9390 | 19.46.18,68 | +3,10 | 107. 9.30,5 | −0,82 |

PLANÈTE (372). — CHARLOIS 1893. A. H.

| Dates 1893. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. | Étoiles. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | | | | |
| Août 23..... | 10. 7. 3,7 | 22.42.51,43 | $-\bar{1},400$ | 91°.16'.42",1 | −0,804 | 1 | L. Picart |
| 24..... | 9.29.13,2 | 22.41.54,81 | $-\bar{1},475$ | 91.15.26,4 | −0,804 | 2 | L. Picart |
| 26..... | 9.44.44,5 | 22.39.57,47 | $-\bar{1},420$ | 91.13. 1,7 | −0,804 | 3 | L. Picart |
| 27..... | 9.52.19,5 | 22.38.57,03 | $-\bar{1},387$ | 91.11.55,9 | −0,803 | 4 | L. Picart |
| 31..... | 9.44.26,6 | 22.34.57,89 | $-\bar{1},356$ | 91. 8. 5,4 | −0,803 | 5 | L. Picart |
| Sept. 1..... | 9.30.12,4 | 22.33.58,37 | $-\bar{1},378$ | 91. 7.17,8 | −0,804 | 6 | L. Picart |
| 2..... | 10.26.22,2 | 22.32.55,40 | $-\bar{1},144$ | 91. 6.30,4 | −0,804 | 7 | G. Rayet |
| 3..... | 10.14.57,7 | 22.31.55,38 | $-\bar{1},169$ | 91. 5.51,6 | −0,803 | 8 | G. Rayet |
| 7..... | 9.40.12,1 | 22.27.56,33 | $-\bar{1},252$ | 91. 3.40,2 | −0,803 | 9 | G. Rayet |
| 9..... | 9.46.18,0 | 22.25.57,37 | $-\bar{1},174$ | 91. 2.39,4 | −0,803 | 10 | G. Rayet |
| 10..... | 9.13.21,9 | 22.24.59,86 | $-\bar{1},294$ | 91. 2.18,2 | −0,803 | 11 | G. Rayet |
| 13..... | 10.25.19,8 | 22.22. 3,25 | $-\bar{2},655$ | 91. 1.11,5 | −0,804 | 12 | G. Rayet |
| 14..... | 9.56.41,8 | 22.21. 7,48 | $-\bar{2},961$ | 91. 0.55,5 | −0,804 | 13 | G. Rayet |
| 18..... | 9.26. 1,5 | 22.17.28,62 | $-\bar{1},015$ | 90.59.48,2 | −0,803 | 14 | G. Rayet |

| Dates 1893. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. | Étoile. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | | | |
| Sept. 28..... | 10.14.27,4 | 22. 9.21,90 | $-\bar{2}$,828 | 90.56.52,9 | −0,802 | 15 | L. Picart |
| Oct. 8..... | 10.58.53,8 | 22. 3.15,65 | $+\bar{1}$,346 | 90.51.28,8 | −0,801 | 16 | G. Rayet |
| 14..... | 9.24. 6,0 | 22. 0.45,60 | $+\bar{1}$,023 | 90.46.15,8 | −0,800 | 17 | L. Picart |
| 15..... | 10.23.13,3 | 22. 0.24,63 | $-\bar{1}$,330 | 90.45. 7,0 | −0,800 | 18 | G. Rayet |
| 16..... | 9.46.14,3 | 22. 0. 6,87 | $-\bar{1}$,208 | 90.43.57,9 | −0,800 | 19 | G. Rayet |
| 17..... | 10.11.14,8 | 21.59.49,56 | $+\bar{1}$,297 | 90.42.45,0 | −0,800 | 20 | L. Picart |
| 19..... | 9.47. 2,6 | 21.59.20,30 | $+\bar{1}$,259 | 90.40. 7,3 | −0,800 | 21 | G. Rayet |
| 20..... | 9.35.52,8 | 21.59. 7,82 | $+\bar{1}$,219 | 90.38.42,7 | −0,779 | 22 | L. Picart |
| 21..... | 9.43.47,3 | 21.58.56,70 | $+\bar{1}$,271 | 90.37.12,6 | −0,799 | 23 | L. Picart |
| 22..... | 10. 1. 6,2 | 21.58.47,10 | $+\bar{1}$,350 | 90.35.34,4 | −0,798 | 24 | L. Picart |

*Positions moyennes des étoiles de comparaison pour* 1893,0.

| Étoiles. | Catalogues et autorités. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| 1.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXII, 793.— Börgen 6301-6302] | 22.39.29,23 | +2,93 | 91.17.42,3 | −14,32 |
| 2.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXII, 793.— Börgen 6301-6302] | 22.39.29,23 | +2,94 | 91.17.42,3 | −14,42 |
| 3.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXII, 907.— Börgen 6315-6316] | 22.45.12,71 | +2,95 | 91. 8.42,8 | −14,91 |
| 4.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXII, 793.— Börgen 6301-6302] | 22.39.29,23 | +2,96 | 91.17.42,3 | −14,70 |
| 5.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXII, 673.— Börgen 6276-6278] | 22.33.46,68 | +3,00 | 91.16.22,2 | −14,73 |
| 6.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXII, 609.— Börgen 6261-6262] | 22.31. 4,06 | +3,00 | 91. 7. 1,1 | −14,66 |
| 7.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXII, 609.— Börgen 6261-6262] | 22.31. 4,06 | +3,01 | 91. 7. 1,1 | −14,73 |
| 8.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁. H. XXII, 609.— Börgen 6261-6262] | 22.31. 4,06 | +3,01 | 91. 7. 1,1 | −14,82 |
| 9.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXII, 489.— Börgen 6231-6232] | 22.25.24,48 | +3,03 | 91. 0.42,8 | −14,76 |
| 10.. | $\frac{1}{3}$[Weisse I, H. XXII, 400.— Börgen 6202-6303. — Schjellerup 9173] | 22.21. 0,40 | +3,03 | 91. 6.39,6 | −14,64 |
| 11.. | $\frac{1}{3}$[Weisse₁, H. XXII, 456.— Börgen 6212-6213. — Schjellerup 9195] | 22.23.48,27 | +3,03 | 90.57. 2,2 | −14,87 |
| 12.. | $\frac{1}{3}$[Weisse₁, H. XXII, 400.— Börgen 6202-6203. — Schjellerup 9173] | 22.21. 0,40 | +3,03 | 91. 6.39,7 | −14,85 |
| 13.. | $\frac{1}{3}$[Weisse₁, H. XXII, 456.— Börgen 6212-6213. — Schjellerup 9195] | 22.23.48,27 | +3,03 | 90.57. 2,2 | −15,09 |
| 14.. | $\frac{1}{2}$[Schjellerup 9130-9131.— Börgen 6178-6179] | 22.15. 7,70 | +3,02 | 91. 3.12,9 | −14,74 |
| 15.. | $\frac{1}{3}$[Weisse₁, H. XXII, 69. — Schjellerup 9058. — Börgen 6127] | 22. 6.22,50 | +2,95 | 90.53.21,6 | −14,53 |
| 16.. | α Verseau. — Connaissance des Temps | 22. 0.17,20 | +2,87 | 90.50.21,9 | −14,10 |
| 17.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXI, 1337.— Börgen 6089-6090] | 22.59.48,83 | +2,78 | 90.39. 0,1 | −14,27 |
| 18.. | $\frac{1}{2}$[Weisse₁, H. XXI, 1337.— Börgen 6089-6090] | 21.59.48,83 | +2,77 | 90.39. 0,1 | −14,25 |
| 19.. | Anonyme comparée à α Verseau | 21.56.30,15 | +2,75 | 90.48.51,0 | −13,99 |
| 20.. | Börgen 6076-6077-6078 | 21.56.25,66 | +2,73 | 90.50.19,3 | −13,97 |
| 21.. | Börgen 6076-6077-6078 | 21.56.25,66 | +2,71 | 90.50.19,3 | −13,94 |

| Etoiles. | Catalogues et autorités. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| 22.. | ½[Weisse₁, H. XXI, 1337.— Börgen 6089-6090] | 21.59.48,83 | +2,71 | 90.39. 0,1 | −14,18 |
| 23.. | ½[Weisse₁, H. XXI, 1337.— Börgen 6089-6090] | 21.59.48,83 | +2,70 | 90.39. 0,1 | −14,18 |
| 24.. | ½[Weisse₂, H. XXI, 1337.— Börgen 6089-6060] | 21.59.48,83 | +2,69 | 90.39. 0,1 | −14,16 |

PLANÈTE CHARLOIS 1893. A. L.

| Dates 1893. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. | Étoiles. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | | | |
| Oct. 12..... | 10.51.23,6 | 0.8.32,52 | $+\bar{2},282$ | 73.58.49,1 | −0,630 | 1 | L. Picart |
| 13..... | 7.59.22,9 | 0.7.53,56 | $-\bar{1},447$ | 74. 1.10,9 | −0,669 | 2 | L. Picart |
| 14..... | 7.54.47,3 | 0.7. 5,60 | $-\bar{1},447$ | 74. 3.34,5 | −0,669 | 3 | L. Picart |
| 16..... | 8.18.19,0 | 0.5.30,09 | $-\bar{1},359$ | 74. 8.46,6 | −0,656 | 4 | L. Picart |
| 20..... | 8.49.53,7 | 0.2.32,72 | $-\bar{1},146$ | 74.19.30,0 | −0,642 | 5 | G. Rayet |
| 21..... | 9. 4. 1,6 | 0.1.51,11 | $-\bar{2},940$ | 74.22.25,3 | −0,637 | 6 | L. Picart |
| 22..... | 9.15.15,1 | 0.1.10,47 | $-\bar{2},881$ | 74.25.14,0 | −0,637 | 7 | G. Rayet |

*Position moyenne des étoiles de comparaison pour* 1893,0.

| Étoiles. | Catalogues et autorités. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| 1.. | Rümker, H. O., 26 | 0.10.45,50 | +3,09 | 73.56.37,9 | −22,54 |
| 2.. | Weisse₂, H. O., 190 | 0. 8.55,41 | +3,08 | 73.57.17,0 | −22,60 |
| 3.. | Weisse₂, H. O., 169 | 0. 8.17,98 | +3,08 | 74. 0.48,8 | −22,67 |
| 4.. | Weisse₂, H. O., 91 | 0. 6. 8,82 | +3,07 | 74. 8.23,0 | −22,80 |
| 5.. | Weisse₁, H. XXIII, 1191 | 23.59.54,46 | +3,04 | 74.15.53,9 | −22,98 |
| 6.. | Weisse₁, H. XXIII, 1191 | 23.59.54,46 | +3,04 | 74.15.53,9 | −23,05 |
| 7.. | Weisse₁, H. XXIII, 1191 | 23.59.54,46 | +3,04 | 74.15.53,9 | −23,12 |

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Rodolphe Wolf*, Correspondant pour la Section d'Astronomie, décédé le 6 décembre à l'observatoire de Zurich, à l'âge de soixante-dix-sept ans.

## RAPPORTS.

ÉLECTROTHÉRAPIE. — *Rapport verbal sur la réclamation de priorité adressée par M.* d'Odiardi *à l'Académie des Sciences, relativement aux expériences d'autoconduction de M.* d'Arsonval (¹).

(Commissaires : MM. Cornu, Marey; Lippmann rapporteur.)

M. S.-S. d'Odiardi a présenté, dans la séance du 3 juillet 1893, une réclamation de priorité contre M. d'Arsonval.

« Des pièces jointes à cette réclamation résulte que M. S.-S. d'Odiardi aurait eu, dès 1887, l'idée de placer les malades dans un solénoïde parcouru par un courant continu, renversé toutes les heures ou à d'autres intervalles par une pendule. L'idée d'employer un solénoïde enveloppant les malades remonte même plus haut. Boudet de Pàris l'a mis en pratique dès 1877, et ses appareils figuraient à l'Exposition de 1881.

» Ce qui caractérise la méthode nouvelle de M. d'Arsonval, c'est l'emploi de courants alternatifs de très haute fréquence, et, par suite, de courants induits intenses et de haute fréquence dont le malade est le siège d'une manière permanente.

» Il n'y a donc aucun rapport entre les procédés de M. Boudet et de M. d'Odiardi, qui soumet le malade à un champ *magnétique* se renversant à grands intervalles, et le procédé d'Arsonval qui le soumet à une action *electrique* variant avec une très grande rapidité. Ce n'est pas l'emploi du solénoïde qui caractérise ces méthodes, mais la nature des courants employés. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Analyse des beurres du commerce.* Note de M. C. VIOLLETTE. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Schlœsing, Gautier, Duclaux.)

« Certains beurres à densités faibles, voisines de 0,863, pouvant contenir de la margarine, sont soumis à un examen chimique. La méthode que

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 34.

j'ai présentée à l'Académie le 18 août 1890 permettant de doser les acides volatils des beurres avec une très grande exactitude, je l'applique aux beurres considérés comme douteux, avec quelques modifications....

» .... *En résumé*, il résulte de mes deux Communications que :

» 1° Par un procédé simple, ne nécessitant pas de connaissances spéciales en Chimie, la prise des densités des beurres à 100°, on peut les classer rapidement en trois catégories : les beurres margarinés, les beurres purs et les beurres douteux ;

» 2° La nature de ces derniers peut être fixée par la détermination exacte des acides volatils et au besoin, comme contrôle, par le dosage des acides fixes ;

» 3° L'installation d'un laboratoire spécial, basé sur ces données, permettrait sinon d'empêcher la fraude, du moins de la restreindre dans des limites peu profitables aux fraudeurs. »

## CORRESPONDANCE.

MM. **Sanson**, **de Fraysseix**, **Hergott**, **Blondlot**, **Millardet**, **Bourdelles**, **Gréhant**, **Lephay**, **Pinard** et **Varnier**, **Coustan**, **de Forcrand**, **L. Bourgeois**, **Lemoine**, **Flamant**, **Kœnigs**, **Abelous** et **Langlois**, **Marcellin Boule**, **Stieltjes**, **Corbière**, **Gorgeu**, **Schulhof**, **d'Arsonval** adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Tisserand.

« Considérons deux planètes se mouvant dans le même plan. Appelons $\zeta$, $u$, $e = \sin\psi$ les anomalies moyennes et excentriques et l'excentricité de P; $\zeta_1$ l'anomalie de $P_1$ dont l'orbite, supposée circulaire, enveloppe l'orbite de P; $\Delta$ le carré de la distance $PP_1$; $m$ et $m_1$ deux grands nombres entiers dont le rapport est fini, $m_1 > 0$.

» On rencontre, dans la théorie des perturbations, la fonction (E base des log nép.; $i = \sqrt{-1}$; $f(E^{iu})$ fonction entière de $\sin u$ et $\cos u$; $f_1(E^{i\zeta_1})$

fonction entière de $\sin\zeta_1$ et $\cos\zeta_1$; $s = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \ldots$)

$$R = \frac{f(E^{iu})\, f_1(E^{i\zeta_1})}{\Delta^s}.$$

» Dans ses belles recherches sur le développement approché de la fonction perturbatrice, M. Poincaré a obtenu la valeur asymptotique des termes en $\frac{\cos}{\sin}(m\zeta + m_1\zeta_1)$ qui font partie du développement de R, en faisant : $f = f_1 = 1$; $s = \frac{1}{2}$; $e$ très petit ; $\frac{m_1}{m}$ négatif et voisin, en valeur absolue, du rapport des moyens mouvements ([1]).

» Je me suis proposé de déterminer la valeur asymptotique des termes éloignés du développement de R, en considérant le problème dans toute sa généralité.

» La lecture attentive des travaux de M. Poincaré m'a suggéré mon point de départ. En posant

$$\frac{m}{m_1} = \theta, \qquad E^{i\zeta} = t = z E^{-\frac{\sin\psi}{2}\left(z - \frac{1}{z}\right)}, \qquad E^{i\zeta_1} = t^{-\theta} x,$$
$$F(x, z) = -\frac{\sin\psi}{2z^2}\left(z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right)\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right) R,$$

le problème se ramène au calcul de

$$I = \frac{1}{2i\pi}\int dz \frac{1}{2i\pi}\int F(x, z)\frac{dx}{x^{m_1+1}},$$

les intégrales étant prises le long des circonférences $|x| = |z| = 1$.

» On démontre que les coefficients de

$$\cos(m\zeta + m_1\zeta_1) \qquad \text{et de} \qquad \sin(m\zeta + m_1\zeta_1),$$

dans le développement de R, ont pour valeur respective la partie réelle et le coefficient de $-\sqrt{-1}$ dans I.

» La fonction $\int_{|x|=1} F(x, z)\frac{dx}{x^{m_1+1}}$ joue dans mes recherches un rôle important. On peut en obtenir une expression entièrement explicite, au moyen de la méthode de M. Darboux, relative à l'approximation des fonctions de très grands nombres ([2]).

---

([1]) *Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. I.

([2]) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1878.

» Posons, en appelant $\alpha$ le rapport $\frac{a}{a_1}$ ($a$ et $a_1$ demi grands axes),

$$z = -\frac{\alpha \sin\psi}{2z}\left(z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right)\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right),$$

$$\varphi(z) = \frac{\alpha \sin^2\frac{\psi}{2}}{z}\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right)^2 t^{-\theta} \quad (^1);$$

$\varphi'(z)$ devient nulle pour les valeurs de $z$ qui satisfont à l'équation

$$\mathrm{U} = \theta \sin\psi\left(z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right)\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right)^2 + 2z\left(z + \cot\frac{\psi}{2}\right) = 0.$$

» Lorsque l'équation $\mathrm{U} = 0$ aura ses racines réelles, Z désignera, dans ce qui suit, la plus petite racine, si $\theta < 0$, ou la racine moyenne, si $\theta > 0$. Lorsque $\mathrm{U} = 0$ aura des racines imaginaires, ces racines seront désignées par $\mathrm{Z}_i$ et $\mathrm{Z}_{-i}$.

» Soient $z_1$ et $z_2$ les racines de l'équation ($z_1$ et $z_2$ sont réelles et $z_1 < -1 < z_2 < 0$)

$$\alpha \sin\psi z^2 + 2(1-\alpha)z + \alpha \sin\psi = 0.$$

» Faisons

$$\Phi(z) = -\frac{\sin\psi}{4z_2}\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right)\left(z - \operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\right) f_1\left[\frac{z}{\alpha \sin^2\frac{\psi}{2}\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right)^2}\right]$$
$$\times f(z)\frac{(a_1^2 - r^2)^{-s}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(s)} m_1^{s-\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{2\varphi(z)}{\varphi''(z)}}\, \varphi^{m_1}(z) \quad (^2),$$

$$\Psi(z) = -\frac{1}{z a^{2s}}\left[\frac{2z^2}{\sin\psi(z^2-1)}\right]^{2s-1}\left[\left(\frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)}\right)^2 + \alpha \sin\psi \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)}\,\frac{z^2-1}{z^2}\right]^{s-1}$$
$$\times f_1\left[\frac{z}{\alpha \sin^2\frac{\psi}{2}\left(z - \cot\frac{\psi}{2}\right)^2}\right] f(z)\frac{m_1^{2(s-1)}\varphi^{m_1}(z)}{\pi(1.3\ldots 2s-2)^2} \quad (^3).$$

---

(1) La détermination du facteur $t^{-\theta}$ est indifférente.

(2) L'argument du facteur $(a_1^2 - r^2)^{-s}$ s'obtient en multipliant par $-s$ l'argument de $a_1^2 - r^2$ compris entre $-\pi$ et $+\pi$. La détermination de $\sqrt{\frac{2\varphi}{\varphi''}}$ s'obtient d'après la règle suivante : si l'argument $\omega$ de $z$ est compris entre $-\frac{\pi}{4}$ et $+\frac{\pi}{4}$, la partie réelle de $\sqrt{\frac{2\varphi}{\varphi''}}$ est positive; si $\frac{\pi}{4} < \omega < \frac{3\pi}{4}$, la partie imaginaire de $\sqrt{\frac{2\varphi}{\varphi''}}$ est positive; si $\frac{3\pi}{4} < \omega < \frac{5\pi}{4}$, la partie réelle de $\sqrt{\frac{2\varphi}{\varphi''}}$ est négative; si $\frac{5\pi}{4} < \omega < \frac{7\pi}{4}$, la partie imaginaire de $\sqrt{\frac{2\varphi}{\varphi''}}$ est négative.

(3) Le facteur élevé à la puissance $s-1$ aura toujours une valeur réelle et positive dans les applications.

» Voici la valeur asymptotique de I dans tous les cas possibles :

» I. $\theta < 0$. — 1° Les racines de $U = 0$ sont réelles.

» Si $|z_1| > |Z| > |z_2|$, on a $I = \Phi(Z)(1 + \varepsilon)$; $\varepsilon$ étant de la forme $\frac{K}{m_1}$ et K restant fini lorsque $m_1$ augmente indéfiniment.

» Si $Z < z_1$, on a $I = \Psi(z_1)(1 + \varepsilon)$.

» Si $z_2 < Z < 0$, on a $I = \Psi(z_2)(1 + \varepsilon)$.

» Si $0 < Z < |z_2|$, il y a deux cas à distinguer : lorsque $|\varphi(Z)| > |\varphi(z_2)|$, on a $I = \Phi(Z)(1 + \varepsilon)$; lorsque $|\varphi(Z)| < |\varphi(z_2)|$, on a $I = \Psi(z_2)(1 + \varepsilon)$.

» 2° $U = 0$ a des racines imaginaires. On a toujours $|Z_i| < 1$.

» Si $|Z_i| > |z_2|$, on a $I = [\Phi(Z_i) + \Phi(Z_{-i})](1 + \varepsilon)$.

» Si $|Z_i| < |z_2|$, il y a deux cas à distinguer : lorsque $|\varphi(Z_i)| > |\varphi(z_2)|$, on a $I = [\Phi(Z_i) + \Phi(Z_{-i})](1 + \varepsilon)$; lorsque $|\varphi(Z_i)| < |\varphi(z_2)|$, on a $I = \Psi(z_2)(1 + \varepsilon)$.

» II. $\theta > 0$. — 1° $U = 0$ a ses racines réelles.

» Si $Z > z_1$, on a $I = \Phi(Z)(1 + \varepsilon)$.

» Si $Z < z_1$, on a $I = \Psi(z_1)(1 + \varepsilon)$.

» 2° $U = 0$ a des racines imaginaires.

» Si $|Z_i| < |z_1|$, on a $I = [\Phi(Z_i) + \Phi(Z_{-i})](1 + \varepsilon)$.

» Si $|Z_i| > |z_1|$, il y a deux cas à distinguer : lorsque $|\Phi(Z_i)| < |\varphi(z_1)|$, on a $I = \Psi(z_1)(1 + \varepsilon)$; lorsque $|\varphi(Z_i)| > |\varphi(z_1)|$, on a $I = [\Phi(Z_i) + \Phi(Z_i)](1 + \varepsilon)$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la recherche de la partie de l'atmosphère coronale du Soleil projetée sur le disque.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« Le spectroscope à deux fentes et à mouvement continu, en isolant dans une image du Soleil la raie brillante K du calcium, donne, non pas la photographie des facules, mais l'image (¹) de la chromosphère, telle

(¹) Cette image, cependant, renferme de petites quantités de lumière étrangère aux flammes décelées par la raie brillante. La raie noire du calcium, tout d'abord, n'est pas absolument noire et introduit deux portions de sa lumière; la première inévitable et proportionnelle à la largeur des raies brillantes, pour une fente du collimateur infiniment petite; la seconde variable et proportionnelle à la largeur de la fente collimatrice, et en raison inverse de la dispersion. De plus, la diffusion et les autres causes similaires introduisent une nouvelle lumière étrangère, en général plus notable.

qu'on la verrait si la photosphère était enlevée (*Comptes rendus*, 27 novembre 1893). Une pose plus longue du même appareil, avec un diaphragme arrêtant le disque solaire, donne les parties hautes de la chromosphère et des protubérances qui dépassent les bords du Soleil. Une pose encore plus longue, mais avec des dispositions spéciales, donnerait les formes coronales, semblables à celles fournies par la Photographie ordinaire dans les éclipses (*Comptes rendus*, 17 août 1891 et mai 1893).

» La couronne, qui jusqu'à présent n'a été reconnue que pendant les éclipses et dans la partie extérieure au disque, offre un spectre continu, intense dans les parties basses, et sillonné par quelques raies fines de la chromosphère ([1]). L'appareil qui isole une raie de la chromosphère peut donc en même temps donner une partie de la couronne. La chromosphère présente aussi peut-être un spectre continu, mais sur ce point il est difficile de décider, puisque la lumière de la chromosphère traverse la couronne ([2]).

» Cependant, lorsqu'on examine l'ensemble des raies noires du spectre solaire, la large raie noire du calcium, qui comprend la plus forte raie chromosphérique, nettement renversée, apparaît à l'extrémité de l'échelle; les raies de l'hydrogène, qui ne sont que partiellement renversées, forment les échelons voisins; isolées par l'appareil, elles donnent, mais avec une pose plus longue, des images de la chromosphère, qui seront utilement comparées aux images du calcium. Puis viennent les raies plus

---

([1]) La photosphère, vraisemblablement, est un nuage lumineux formé de particules plutôt liquides que solides; la couronne est constituée aussi en grande partie par des particules plutôt solides, qui s'étendent à une grande distance du Soleil. La chromosphère, d'autre part, qui est une énorme flamme électrique, est placée entre ces deux couches de particules, et ses mouvements, décelés par le spectroscope, sont, d'après mes recherches des dernières années surtout, considérables près de la couronne. Or, toujours en suivant la voie ouverte par M. Fizeau, je suis conduit à présenter de nouveaux points communs entre les atmosphères solaires et terrestres. Sur la terre, en effet, les décharges électriques de l'atmosphère se produisent aussi d'une manière générale entre deux couches de particules, entre les nuages bas à particules liquides ou cumulus et les nuages élevés à particules solides appelés cirrus, les mouvements de l'air étant d'ailleurs plus rapides près des cirrus. A ce sujet, il conviendrait de rechercher, en dehors de toute théorie sur la couronne, si les jets lumineux de la couronne observés pendant les éclipses ne sont pas en rapport avec les flammes faculaires des jours précédents et suivants ou avec les intervalles de ces flammes.

([2]) J'ai observé (*Comptes rendus*, 14 mars 1892) une protubérance donnant un système continu. MM. Hale et Fenyi ont signalé ensuite des faits analogues. Ce spectre continu peut provenir de la couronne.

sombres, qui avec l'appareil donneront aussi des indications précieuses sur la répartition de la vapeur correspondante. Enfin, à l'autre extrémité de l'échelle se trouvent les raies les plus noires, qui, probablement, manquent ou sont très faibles, même dans la partie la plus basse de la chromosphère, appelée en anglais *The reversing layer* (1). Pour ces raies, la chromosphère intervient le moins possible; elles sont formées par la raie relativement noire de la couche absorbante, et par la raie faiblement brillante du spectre continu de la couronne. Or, si l'on compare les temps de pose nécessaires, d'une part, à la disparition des raies noires, et d'autre part au spectre des parties basses de la couronne, on constate que la raie résultante peut offrir, par le fait de la couronne, des différences supérieures à la soixantième partie de l'intensité totale. Ces raies peuvent donc donner la couronne ou l'ensemble des masses du spectre continu, dans la partie projetée sur le disque. De toute façon elles fournissent des données nouvelles, et leur étude est un complément nécessaire du programme général de recherches solaires indiqué dans une Note précédente.

» Mais, lorsque la raie isolée devient de plus en plus faible, les difficultés croissent, d'abord par l'augmentation du temps de pose, mais surtout par l'importance relative de plus en plus grande de la lumière étrangère qui s'ajoute et tend à masquer les différences cherchées. Les appareils ordinaires, pour la photographie de la chromosphère, sont insuffisants dans ce cas nouveau. Or les causes perturbatrices principales sont : outre les défauts des images optiques, la diffraction, la diffusion, la phosphorescence et la fluorescence des matières traversées par le rayon lumineux dans son trajet du Soleil à la plaque photographique. Pour diminuer leurs effets le plus possible, il faut : 1° employer des raies peu réfrangibles et cependant actives au point de vue photographique; 2° s'établir sur une station élevée; 3° employer le plus possible le quartz qui peut prendre un poli parfait, et présente à un faible degré la phosphorescence et la fluorescence. Dans ces conditions, l'image formée sur la fente du collimateur contiendra la moindre proportion de lumière étrangère. Le spectroscope qui aura une dispersion assez forte étale heureusement cette lumière

(1) Les raies relativement courtes du *reversing layer* sont comparables aux raies métalliques courtes données par un conducteur se déchargeant dans l'air et confinées au voisinage de ce conducteur, lorsque la quantité d'électricité qui s'écoule est faible. D'autre part, la couche la plus absorbante peut se trouver non dans la chromosphère, mais dans la photosphère elle-même.

étrangère, mais par contre, et pour les mêmes raisons, il envoie lui-même sur la seconde fente une autre lumière étrangère formée par tous les rayons du spectre. Un absorbant qui arrête une partie de ces rayons est utile, mais insuffisant. Je propose un deuxième spectroscope à fentes dont la fente collimatrice coïncide avec la seconde fente du premier. L'appareil résultant qui pourra être appliqué à toutes les raies du spectre comprend un spectroscope en quartz à trois fentes.

» La comparaison des images obtenues avec les diverses raies noires et avec les intervalles brillants de ces raies fera ressortir les différences dues aux facules ([1]) et au réseau de la photosphère, aux vapeurs diverses de la chromosphère et de la couche absorbante, et enfin à la couronne ([2]). Cette recherche, longue et délicate, est motivée par l'importance des résultats nouveaux auxquels elle peut conduire. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Y a-t-il de l'oxygène dans l'atmosphère du Soleil?* Note de M. **Dunér.**

« Cette question a été fort discutée : la solution présente des difficultés qui tiennent peut-être à l'insuffisance des méthodes qu'on a pu employer pour étudier les spectres des gaz.

» La méthode ordinaire consiste à enfermer le gaz dans des tubes, sous une pression très faible, et à le faire traverser par l'étincelle d'induction, avec ou sans condensateur. Or rien ne prouve l'identité des spectres qu'on obtient ainsi avec ceux qu'on apercevrait en examinant un corps céleste, dont l'atmosphère contiendrait les mêmes gaz dans des conditions différentes de pression et d'incandescence.

» Certes, le spectre de l'hydrogène, obtenu avec les tubes spectraux, est identique avec celui que donne la chromosphère. Mais on sait, d'une part, qu'il y a un autre spectre de l'hydrogène qu'on n'a retrouvé dans aucun corps céleste; d'autre part, que l'hydrogène diffère essentiellement des autres gaz, tels que l'oxygène, le nitrogène, le chlore, et qu'on doit plutôt

---

([1]) Les images données par les intervalles brillants de la région ultra-violette la plus réfrangible doivent donner les facules plus nettement que la photographie ordinaire, le pouvoir absorbant de l'atmosphère solaire étant plus grand dans cette partie.

([2]) Une pose plus longue du même appareil avec un diaphragme couvrant le disque donnera la partie extérieure de la couronne.

le regarder comme un métal gazeux que comme un métalloïde. D'ailleurs, on sait qu'à l'exception du carbone, on n'a pas trouvé de preuve spectroscopique certaine de la présence d'un seul métalloïde, ni dans les étoiles ([1]), ni dans les comètes, ni dans les nébuleuses. Or est-il possible de croire que tous les corps célestes, et même le Soleil, soient privés de tout métalloïde, tandis que la présence de l'oxygène, sous forme de vapeur d'eau, a été constatée dans les atmosphères de plusieurs planètes?

» Passons maintenant aux caractères spectraux de l'oxygène. Il y a quatre spectres différents d'émission, qu'on a cru appartenir à l'oxygène, savoir : deux spectres à raies, un spectre à bandes et un spectre continu. Dans le spectre solaire, on n'a vu ni les spectres à raies, ni le spectre à bandes; quant au spectre continu, sa présence serait évidemment impossible à constater. Or M. Egoroff a montré qu'il y a, en outre, un spectre d'absorption dû à l'oxygène, et celui-ci est en effet représenté, dans le spectre solaire, par les deux fortes bandes, nommées A et B. M. Cornu ayant prouvé plus tard que, abstraction faite de quelques raies relativement faibles, produites par des métaux dans l'atmosphère du Soleil, il y a identité parfaite entre la bande $\alpha$ et les bandes B et A, on peut conclure, avec toute probabilité, que cette bande est également une bande d'oxygène.

» Déjà Sir B. Brewster a prouvé que toutes ces bandes sont des *bandes telluriques*, c'est-à-dire que les gaz qui les produisent se trouvent, au moins en grande partie, dans l'atmosphère terrestre. Mais, tandis qu'on peut très facilement prouver que les bandes dues à la vapeur d'eau sont exclusivement telluriques, ou qu'elles disparaissent totalement pendant les grands froids, il en est autrement des bandes de l'oxygène. Ces dernières s'affaiblissent sans doute lorsque le soleil est haut, et qu'on les observe à des stations très élevées au-dessus de la surface de la terre, mais elles restent toujours visibles, au moins dans leurs parties les plus fortes. Par conséquent, on pourrait supposer, et on a supposé en effet, que l'oxygène de l'atmosphère solaire pourrait bien contribuer à leur formation. Je crois cependant pouvoir démontrer que ces bandes sont purement telluriques.

» Admettons en effet que les bandes A, B et $\alpha$ fussent en partie seulement telluriques et en partie solaires. Alors, il y aurait une partie seulement de la surface solaire, à savoir celle qui ne se rapproche ni ne s'éloigne du point d'observation par l'action combinée des mouvements rotatoires

---

([1]) Les bandes dans les spectres de la classe III$a$ sont très probablement dues à un corps composé des métaux avec des métalloïdes, mais on ne sait pas desquels.

et orbitaux de la Terre et du Soleil, où les deux parties, solaire et terrestre, d'une même raie appartenant à une de ces bandes, auraient la même longueur d'onde. Partout ailleurs, la longueur d'onde de la partie solaire s'écarterait, soit par excès, soit par défaut, de cette partie tellurique. Et on trouverait aisément, dans le voisinage de l'équateur solaire, des points où cet écart deviendrait visible dans un spectroscope suffisamment fort, et où, par conséquent, la raie se dédoublerait en deux composantes plus ou moins différentes en intensité.

» Or, dans mes recherches sur la rotation du Soleil, j'ai examiné des centaines de fois les raies appartenant à la bande $\alpha$. Aux points voisins du bord est et près de l'équateur solaire, la longueur d'onde d'une raie spectrale donnée s'écartait de la même raie en des points du bord opposé du Soleil, de 0,12 révolutions de la vis micrométrique de mon spectroscope, quantité tellement sensible qu'on pouvait aisément la reconnaître déjà par le changement de configuration que subissait le petit groupe de raies sur lequel se dirigeaient ordinairement mes observations. Par conséquent, si ces raies n'avaient pas été exclusivement terrestres, mais aussi d'origine solaire, leurs deux parties différentes auraient dû se présenter séparées par un espace si grand, que la duplicité de la raie n'aurait pu échapper à un observateur, même très peu attentif, et quand même l'intensité des deux composantes eût été très différente.

» Il y a une autre série d'observations qui offre une ample confirmation des miennes, à savoir les recherches de M. Cornu sur les groupes A, B et $\alpha$. Dans ces observations, M. Cornu a reconnu la nature différente des raies appartenant à ces groupes, par le *balancement* que subissaient les raies solaires quand on faisait passer rapidement la fente du spectroscope d'un bord de l'image du Soleil à l'autre. Mais, dans ce balancement, les raies de l'oxygène auraient dû se dédoubler, si elles avaient été d'une double origine, solaire et terrestre, et ce dédoublement n'aurait pu échapper à l'œil exercé de M. Cornu. En somme, je n'hésite pas à prétendre que *les bandes* A, B *et $\alpha$ sont d'origine purement tellurique*.

» N'y a-t-il donc pas d'oxygène dans le Soleil? Nous avons déjà, dans ce qui précède, exprimé notre opinion sur ce sujet. Mais comment se fait-il qu'on n'y aperçoit nulle part les caractères spectraux de l'oxygène? L'explication n'est pas facile, et on en a donné de différentes. On a supposé que les métalloïdes pourraient bien se dissocier, par la température extrêmement élevée du Soleil; ce serait expliquer un phénomène incompréhensible par une hypothèse à peine plus intelligible. On pourrait, comme l'a fait

M. Scheiner, invoquer ce fait que, dans les tubes spectraux, l'incandescence des métalloïdes cesse dès qu'il y a des gaz métalliques en présence; mais j'ai déjà fait observer qu'on ne peut guère être certain que les phénomènes observés dans les tubes spectraux soient applicables aux corps célestes; d'ailleurs, dans les premiers, l'incandescence est produite par l'étincelle électrique, tandis que, dans les seconds, elle résulte de la chaleur seule. On pourrait, en se reportant à la diversité des spectres des métalloïdes, penser qu'il pourrait bien se faire que, dans les conditions particulières de l'atmosphère solaire, le spectre de l'oxygène fût d'une nature à n'être pas visible. Enfin, on pourrait penser, avec M. Egon de Oppolzer, et cela ne serait peut-être pas le moins raisonnable, que, dans la couche absorbante du Soleil, l'oxygène se trouve à un état de raréfaction tel qu'il ne produit aucune absorption sensible.

» Mais ce sont là autant de spéculations purement hypothétiques, sur lesquelles il serait inutile d'insister ici. »

NAVIGATION. — *Nouvelles applications des Tables de latitudes croissantes à la navigation.* Note de M. **E. Guyou**, présentée par M. de Jonquières.

« La simplification des calculs de navigation n'a été cherchée jusqu'ici que par les transformations des formules trigonométriques auxquelles conduit l'étude directe du problème *sur la sphère*.

» Il semble cependant peu vraisemblable, *a priori,* qu'il existe encore quelques propriétés utiles restées inaperçues dans une voie tant explorée, en France et à l'étranger, par les marins et les géomètres. Au contraire, les propriétés des figures sur la *Carte marine* ont été peu étudiées, et la simplicité de celles que j'ai signalées, en 1883, pour les *courbes de hauteur,* ouvrait déjà une voie nouvelle méritant de fixer l'attention.

» En 1885, j'ai rencontré un premier exemple de la fécondité de cette méthode, en constatant que, à l'aide des petites Tables de latitudes croissantes seules, les marins pouvaient obtenir, *dans tous les cas,* la solution du problème du point à la mer, et, *dans les cas qui se présentent le plus souvent,* avec une remarquable simplicité.

» J'ai rencontré, dans cette même voie, une solution nouvelle, non moins simple que celle dont je viens de parler, et qui convient *à tous les cas.* J'ajouterai que ce n'est pas seulement aux calculs à la mer que ces Tables sont particulièrement propres; elles donneront également l'heure

locale avec la précision nécessaire au réglage des chronomètres, par des calculs presque identiques aux calculs à la mer, lorsque je les aurai disposées de manière à faciliter les interpolations.

» Il résulte de là que ces Tables, malgré leur peu d'étendue, donneront désormais aux marins, pour les problèmes essentiels de la navigation, la solution réunissant les caractères tant désirés : simplicité des calculs et unité de méthode.

» Pour expliquer en quoi consiste la nouvelle méthode, je rappellerai que, dans les Tables de poche, j'ai désigné par $\lambda(\varphi)$ la latitude croissante d'une latitude $\varphi$, c'est-à-dire ,

$$\log \operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right), \qquad \text{base } e^{\frac{\pi}{10800}},$$

et $\lambda(90^\circ - \varphi)$ par $\operatorname{co}\lambda(\varphi)$. De plus, ces Tables ont été disposées, comme les Tables trigonométriques usuelles, de manière que $\lambda(\varphi)$ et $\operatorname{co}\lambda(\varphi)$ soient inscrits en regard l'un de l'autre. J'appellerai, dans ce qui suit, $\sigma$ d'un nombre donné N, soit $\sigma(N)$, le nombre N' inscrit en regard ([1]), c'est-à-dire que si $\varphi$ est l'arc dont le $\lambda$ est N, le nombre N' est le $\operatorname{co}\lambda$ du même arc, et réciproquement.

» Cela établi, voici les solutions des deux problèmes :

» *Partie commune aux deux problèmes.* — Dans les deux problèmes figurent, parmi les données, la déclinaison D de l'astre, sa hauteur observée H, et la latitude L du lieu (exacte à terre, approchée à la mer).

» Le petit cercle de la Terre, qui a pour centre la projection de l'astre et pour rayon la distance zénithale, circule entre deux parallèles dont les distances, respectives, au pôle voisin de l'astre et au pôle opposé, sont égales, en valeur absolue, à $H - D$ et $H + D$. L'observateur étant situé sur le cercle, le parallèle de latitude L est compris dans la zone limitée par les deux précédents.

» La partie commune aux deux problèmes consiste dans la détermination des distances, sur la Carte de Mercator, du parallèle local aux parallèles limites de l'équateur. Cette détermination est aisée, car les distances de ces parallèles à la zone sont respectivement $\lambda(L)$, $\operatorname{co}\lambda(H - D)$, $\operatorname{co}\lambda(H + D)$, et leurs positions par rapport à cette ligne sont données par les noms des latitudes des parallèles sur la sphère.

---

([1]) Je propose de substituer cette désignation, $\sigma(N)$, à celle de *correspondant* de N, adoptée dans les Tables de poche, parce qu'elle est déjà usitée dans un autre sens.

» Je désignerai désormais, dans ce qui suit, par $a$ la plus petite et par A la plus grande de ces distances.

» *Point à la mer.* — Le point s'obtient par la rencontre de deux *droites de hauteur* correspondant à deux observations. La direction d'une droite de hauteur est perpendiculaire à celle de l'azimut Z de l'astre, et sa position sur la Carte est donnée par la distance à laquelle elle coupe une autre droite, de direction connue, menée par le point estimé. Suivant la méthode que l'on juge à propos d'adopter, cette dernière direction est Est-Ouest, ou Nord-Sud, ou normale à la droite de hauteur. C'est cette dernière que les marins préfèrent, parce que, grâce à la perpendicularité des deux droites, elle convient à tous les cas d'observation; nous la devons au commandant Marcq de Saint-Hilaire (mort contre-amiral). C'est à cette méthode que correspond la solution ci-après, que je n'avais point encore fait connaître.

» Dans ce problème intervient un nouvel élément, la longitude estimée, ou, ce qui revient au même, l'angle au pôle P de l'astre pour le lieu estimé.

» L'azimut Z, auquel la droite de hauteur est perpendiculaire, s'obtient par le calcul

$$(1) \qquad \mathrm{co}\lambda(Z) = \mathrm{co}\lambda(P) \mp \sigma(A) \text{ (1)}.$$

Pour obtenir la distance normale $\delta$ du lieu estimé à la droite, on ajoute au $\mathrm{co}\lambda(Z)$ ainsi obtenu, le $\mathrm{co}\lambda(P)$, et l'on désigne par $a'$ le nombre inscrit dans la Table en regard de ce résultat, de sorte qu'on a

$$(2) \qquad \sigma(a') = \mathrm{co}\lambda(P) + \mathrm{co}\lambda(Z).$$

Si $\delta$ est nul, $a'$ est égal à $a$, et $\sigma(a')$ à $\sigma(a)$. Dans le cas contraire, on a

$$(3) \quad \delta = \frac{a'-a}{2}(\cos P + \cos Z) \qquad \text{ou} \qquad \delta = \frac{\sigma(a)-\sigma(a')}{2}\sin P \sin Z.$$

» Dans la plupart des cas, ces deux formules sont également bonnes, et leur emploi simultané fournira au calculateur un procédé de vérification rapide, car le résultat est donné à vue par une petite Table auxiliaire. La règle à suivre, pour fixer le choix, lorsqu'il y a lieu, est d'ailleurs très simple : après le calcul de la formule (2), on connaît $a$ et $\sigma(a')$; il faut donc prendre dans la Table soit $\sigma(a)$, soit $a'$, pour avoir à comparer des

(1) Le signe supérieur convient au cas où H est plus grand que D, le signe inférieur au cas contraire.

éléments de même nature; il conviendra de ramener toujours le plus grand des deux nombres à la nature ou dénomination du plus petit.

» La valeur de $\delta$ est exprimée en unités de la Carte, c'est-à-dire en minutes de l'Équateur.

» *Réglage des chronomètres.* — L'élément dont on a besoin ici est l'angle horaire local P. On l'obtiendra par le calcul

$$\text{co}\lambda(\text{P}) = \tfrac{1}{2}\sigma(a) \pm \sigma(\text{A}) \text{ (}^1\text{)}.$$

» Pour les observations faites à l'horizon de la mer, les éléments peuvent être pris à vue, sans interpolation, dans les Tables actuelles de minute en minute. Pour le réglage des chronomètres au moyen des hauteurs plus précises obtenues à terre, il conviendra d'interpoler jusqu'à l'époque où des Tables à intervalles plus serrés auront été publiées.

» La démonstration la plus simple des propriétés qui précèdent fait appel, il est vrai, à des principes qui ne font pas partie de l'enseignement élémentaire; mais il importe peu que les démonstrations soient plus ou moins compliquées, si les règles pratiques sont simples, et il me semble difficile qu'il existe, pour les problèmes dont il s'agit, des solutions à la fois plus simples et plus symétriques que celles que les marins trouveront désormais dans l'usage exclusif des Tables de latitudes croissantes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les rayons de courbure successifs de certaines courbes.* Note de M. **René Godefroy**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« L'expression du rayon de courbure en un point quelconque d'une courbe étant connue sous la forme d'une fonction $R_1 = F(U, V)$ des distances d'un certain point fixe à la tangente et à la normale de la courbe en ce point, on a le théorème suivant :

» *Les rayons de courbure successifs de la courbe s'expriment en fonction de* U *et de* V. *Un rayon de courbure quelconque est représenté par la différentielle totale de l'expression du précédent, dans laquelle on remplace respectivement* $dU$, $dV$ *par* V *et* $F(U, V) - U$.

» Cette proposition est immédiatement applicable aux coniques à centre, pour lesquelles on a $R_1 = a^2 b^2 U^{-3}$, le pôle fixe étant le centre et $a$, $b$ les demi-axes de la courbe.

---

(1) Le signe supérieur convient au cas où H est plus grand que D, le signe inférieur au cas contraire.

» On a ainsi

$$R_1 = a^2 b^2 U^{-3},$$
$$R_2 = -3a^2 b^2 U^{-5} V,$$
$$R_3 = 12a^2 b^2 U^{-7} V^2 - 3a^4 b^4 U^{-7} + 3a^2 b^2 U^{-3}.$$
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

» Ces formules donnent les rayons de courbure successifs comme sommes géométriques de segments qu'on peut construire de proche en proche.

» En particulier, la première expression correspond à la formule connue de Dupin, la seconde contient le théorème de Maclaurin, la troisième conduit rapidement à une construction du rayon de courbure de la deuxième développée de l'ellipse que j'ai donnée dans le *Bulletin de la Société mathématique*, t. XXI; 1893.

» Le théorème appliqué à la parabole, en prenant le foyer comme pôle fixe, permet d'apercevoir une loi de formation régulière des polynômes représentant les rayons de courbure successifs. Leur expression et la loi de récurrence sont différentes suivant que les rayons sont de rang pair ou impair.

» Soient $T = 2V$, $N = 2U$ les longueurs des segments de la tangente et de la normale comprises entre le point de la courbe et les points où ces droites rencontrent l'axe.

» L'expression du rayon de courbure $R_{2m-1}$ est de la forme

$$R_{2m-1} = \alpha N + \beta T^2 N^{-1} + \gamma T^4 N^{-3} + \ldots + \lambda T^{4m-4} N^{-(4m-5)},$$

$\alpha$, $\beta$, $\gamma$, ..., étant des coefficients numériques.

» Le rayon de courbure de rang pair suivant est donné par la formule

$$R_{2m} = (\alpha + 2\beta) T + (3\beta + 4\gamma) T^3 N^{-2}$$
$$+ (5\gamma + 6\delta) T^5 N^{-4} + \ldots + (4m - 3) \lambda T^{4m-3} N^{-(4m-4)}.$$

» D'un rayon de courbure de rang pair $R_{2m}$ exprimé sous la forme

$$R_{2m} = \alpha T + \beta T^3 N^{-2} + \gamma T^5 N^{-4} + \ldots + \lambda T^{4m-3} N^{-(4m-4)},$$

on déduit le rayon de courbure de rang impair suivant par la formule

$$R_{2m+1} = \alpha N + (3\beta + 2\alpha) T^2 N^{-1}$$
$$+ (5\gamma + 4\beta) T^4 N^{-3} + \ldots + (4m - 2) \lambda T^{4m-2} N^{-(4m-3)}.$$

» Les deux lois de récurrence contenues dans ces formules permettent

d'écrire immédiatement les expressions de tous les rayons de courbure successifs en partant de l'expression $R_1 = N + T^2 N^{-1}$ qui représente le premier rayon de courbure.

» On peut interpréter géométriquement ces résultats de la manière suivante.

» Imaginons un contour formé de droites dont la première est l'axe de la parabole et dont chacune est perpendiculaire à la précédente au point où celle-ci rencontre : la première, la tangente; la seconde, la normale; la troisième, la tangente, et ainsi de suite. Les 2, 3, ... segments de la normale (tangente) limités d'une part à la courbe, d'autre part au contour, sont ceux dont se compose la somme géométrique relative aux rayons de courbure impairs $R_1$, $R_3$, ... (pairs $R_2$, $R_4$, ...).

» Les coefficients des segments relatifs aux rayons de courbure successifs peuvent s'obtenir au moyen d'un triangle arithmétique particulier dont les premières rangées sont

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 1 | |
| 3 | 3 | |
| 3 | 15 | 12 |
| 33 | 93 | 60 |
| .. | .. | .. |

» La loi de formation de ce triangle s'énonce ainsi :

» *Les nombres d'une rangée paire (impaire) s'obtiennent en ajoutant les deux nombres suivants :* 1° *le produit du nombre supérieur du tableau multiplié par le nombre de même rang dans la suite impaire* 1, 3, 5, ...; 2° *le produit du nombre placé à la droite (gauche) de celui-ci par le nombre pair suivant (précédant) immédiatement le nombre impair considéré.*

» La parabole n'est qu'un cas particulier de courbes auxquelles la méthode indiquée s'applique avec une facilité particulière. Ce sont toutes celles dont le rayon de courbure est dans un rapport constant avec la portion de la normale comprise entre le point de la courbe et la perpendiculaire menée par un pôle fixe au rayon vecteur correspondant. A cette catégorie appartiennent les courbes représentées par l'équation polaire $\rho^n = a^n \cos n\omega$ (parabole, hyperbole équilatère, lemniscate, cardioïde, etc.) et toutes leurs podaires successives [1]. Les rayons de courbure de rang

(1) M. Haton de la Goupillière a inséré une monographie de ces courbes dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 2e série, t. XV, p. 97.

quelconque donnent lieu à des expressions en U, V et à des constructions dépendant de ces éléments, qui sont absolument analogues à celles que nous avons signalées ci-dessus. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Calcul des forces électromagnétiques suivant la théorie de Maxwell.* Note de M. VASCHY, présentée par M. A. Cornu.

« La théorie de la propagation des ébranlements électromagnétiques développée par Maxwell a pour base deux relations fondamentales entre l'intensité électrique $f_e$ et l'intensité magnétique $f_m$ d'un champ variable quelconque, ou bien, en coordonnées cartésiennes, six relations entre les six composantes $X_e$, $Y_e$, $Z_e$ et $X_m$, $Y_m$, $Z_m$ de ces deux vecteurs. Ces six relations sont les deux suivantes et quatre autres qui s'en déduisent par permutation circulaire des lettres $x$, $y$, $z$ et X, Y, Z

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial Y_e}{\partial z} - \dfrac{\partial Z_e}{\partial y} = -\dfrac{1}{k'}\dfrac{\partial X_m}{\partial t}, \\ \dfrac{\partial Y_m}{\partial z} - \dfrac{\partial Z_m}{\partial y} = \dfrac{1}{k}\dfrac{\partial X_e}{\partial t} + 4\pi\dfrac{X_e}{R}. \end{cases}$$

$k$ et $k'$ désignent les inverses des pouvoirs inducteurs électrique et magnétique de la substance du milieu, R sa résistance électrique spécifique.

» En tenant compte de ces équations, l'expression générale de la force qui s'exerce sur l'unité de volume du milieu, suivant les formules calculées dans ma précédente Note (p. 726), prend une forme remarquablement simple. Dans le cas d'un milieu homogène ne contenant ni masses électriques, ni masses magnétiques, la force électrique et la force magnétique par unité de volume ont respectivement pour composantes suivant l'axe des $x$

$$\frac{Y_e}{4\pi k}\left(\frac{\partial X_e}{\partial y} - \frac{\partial Y_e}{\partial x}\right) - \frac{Z_e}{4\pi k}\left(\frac{\partial Z_e}{\partial x} - \frac{\partial X_e}{\partial z}\right),$$

et

$$\frac{Y_m}{4\pi k'}\left(\frac{\partial X_m}{\partial y} - \frac{\partial Y_m}{\partial x}\right) - \frac{\partial Z_m}{4\pi k'}\left(\frac{\partial Z_m}{\partial x} - \frac{\partial X_m}{\partial z}\right).$$

» La force résultante F par unité de volume a donc pour composante suivant l'axe des $x$ la somme de ces deux expressions, ou, en tenant compte de (1),

$$F_x = \frac{1}{4\pi k k'}\left[\frac{\partial}{\partial t}(Y_m Z_e - Y_e Z_m) + \frac{4\pi k}{R}(Y_m Z_e - Y_e Z_m)\right].$$

» Posons, pour simplifier,

$$kk' = a^2, \qquad R = 4\pi k\theta,$$

$$4\pi w_x = Y_m Z_e - Y_e Z_m, \quad 4\pi w_y = Z_m X_e - Z_e X_m, \quad 4\pi w_z = X_m Y_e - X_e Y_m,$$

et considérons le vecteur $w$ qui a pour composantes $w_x$, $w_y$, $w_z$. On aura alors

$$(2) \quad a^2 F_x = \frac{w_x}{\theta} + \frac{\partial w_x}{\partial t}, \qquad a^2 F_y = \frac{w_y}{\theta} + \frac{\partial w_y}{\partial t}, \qquad a^2 F_z = \frac{w_z}{\theta} + \frac{\partial w_z}{\partial t}.$$

» La force F par unité de volume au point $(x, y, z)$ s'exprime donc uniquement au moyen du vecteur $w$, et peut être considérée comme la résultante des deux forces suivantes :

» 1° Une force $\frac{w}{a^2\theta}$, proportionnelle à $w$ et ayant même direction que ce vecteur; elle n'existe que dans les conducteurs, puisque $\theta$ est infini dans les isolants (c'est l'action du champ magnétique sur le courant);

» 2° Une autre force $\frac{1}{a^2}\overline{\frac{\partial w}{\partial t}}$, proportionnelle à la dérivée géométrique $\overline{\frac{\partial w}{\partial t}}$ et ayant même direction que ce vecteur (force développée par la variation du champ).

» Le vecteur $w$, qui joue ici un rôle important, est, comme le montrent les formules de $w_x$, $w_y$, $w_z$, perpendiculaire à la fois aux directions des intensités électrique $f_e$ et magnétique $f_m$ du champ, et égal, au facteur $4\pi$ près, à l'aire du parallélogramme construit sur $f_e$ et $f_m$ comme côtés.

» La vérification expérimentale des formules (2), qui présenterait un grand intérêt théorique, paraît assez compliquée en général, surtout pour les corps conducteurs. Dans le cas des isolants, où $\theta$ est infini, si, au lieu de la force instantanée F, il s'agit de déterminer l'impulsion totale $\int_{t_0}^{t_1} \overline{F}\, dt$ de cette force pendant une période très courte $(t_1 - t_0)$ où le champ passe d'un état initial d'équilibre à un état final d'équilibre, on arrive au résultat très simple

$$\int_{t_0}^{t_1} \overline{F}\, dt = \int_{t_0}^{t_1} \frac{1}{a^2} \overline{\frac{\partial w}{\partial t}}\, dt = \frac{1}{a^2}(\overline{w_1 - w_0}).$$

» *Exemple.* — Supposons que, dans un parallélépipède rectangle $(\alpha, \beta, \gamma)$ formé d'une substance isolante, on ait développé : 1° un champ électrique uniforme d'intensité $f_e$ parallèle à l'arête $\alpha$; 2° un champ magnétique uni-

forme d'intensité $f_m$ parallèle à l'arête $\beta$; de telle sorte que le vecteur initial $w_0$ soit égal à $\frac{1}{4\pi} f_e f_m$ et parallèle à l'arête $\gamma$. Que l'on vienne à supprimer brusquement l'un au moins des deux champs, on aura finalement $w_1 = 0$, et l'impulsion totale imprimée au bloc parallélépipédique pendant la période variable très courte devra être parallèle à l'arête $\gamma$ et égale au produit du volume $\alpha\beta\gamma$ par $\frac{f_e f_m}{4\pi a^2}$.

» Le seul paramètre dépendant de la nature du milieu dans la formule précédente est le coefficient $a$, qui, d'après la théorie, doit être égal à la vitesse de propagation des ébranlements électromagnétiques dans ce milieu. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne de la tension de la vapeur d'eau.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« On sait que, dans les conditions où se font d'ordinaire les observations météorologiques, c'est-à-dire à une petite distance du sol, la tension de la vapeur d'eau présente une variation diurne assez compliquée. Dans les latitudes moyennes, à Paris, par exemple, il n'y a en hiver qu'un seul minimum, au lever du soleil, et un maximum, au milieu du jour; mais, dans les trois autres saisons, le maximum de la journée se sépare en deux autres, qui s'écartent d'autant plus qu'on avance vers le milieu de l'été; entre ces deux maxima se montre un minimum très accentué, moins important pourtant que celui du matin. Les causes de cette double oscillation diurne sont connues.

» Il était intéressant de voir ce que deviendrait cette variation à une certaine distance du sol. Pour cela, des observations régulières ont été entreprises, dès la fin de 1889, au sommet de la tour Eiffel. Les trois années 1890, 1891 et 1892 ont donné des résultats absolument concordants; la loi du phénomène peut donc être considérée comme certaine.

» Dans les quatre mois de novembre, décembre, janvier et février, la variation diurne de la tension de la vapeur d'eau à 300$^m$ est extrêmement faible (quelques centièmes de millimètre), mais, autant qu'on en peut juger, paraît analogue à celle des régions basses en hiver : un minimum le matin, un maximum dans la journée.

» La variation diurne ne devient notable que dans les huit mois de

mars à octobre; dans tout cet intervalle, elle présente une même forme, mais l'amplitude croît progressivement jusqu'en août et décroît ensuite.

» Pour abréger, nous donnerons seulement ici les moyennes horaires de la tension de la vapeur d'eau au parc Saint-Maur et à la tour Eiffel en été (juin, juillet, août); ces moyennes résultent des trois années 1890, 1891, 1892.

Moyennes horaires de la tension de la vapeur d'eau.

| | 1h. | 2h. | 3h. | 4h. | 5h. | 6h. | 7h. | 8h. | 9h. | 10h. | 11h. | 12h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | *Parc Saint-Maur* : $10^{mm},38\pm$. | | | | | | | |
| Matin... | −0,16 | −0,28 | −0,39 | −0,45 | −0,40 | −0,19 | +0,09 | +0,25 | +0,35 | +0,25 | +0,16 | +0,08 |
| Soir..... | +0,05 | −0,08 | −0,09 | −0,18 | −0,09 | +0,05 | +0,23 | +0,27 | +0,25 | +0,17 | +0,07 | −0,03 |
| | | | | | *Tour Eiffel* : $8^{mm},54\pm$. | | | | | | | |
| Matin... | 0,00 | +0,09 | +0,13 | +0,14 | +0,11 | +0,11 | +0,20 | +0,28 | +0,36 | +0,24 | +0,09 | −0,02 |
| Soir..... | −0,09 | −0,19 | −0,18 | −0,26 | −0,30 | −0,18 | −0,23 | −0,14 | −0,08 | −0,08 | −0,04 | +0,05 |

» Au Parc Saint-Maur, on voit nettement les deux maxima à $9^h$ du matin et $8^h$ du soir, et les minima à $4^h$ du matin et $4^h$ du soir.

» A la tour Eiffel, il n'y a qu'un seul maximum à $9^h$ du matin, exactement à la même heure qu'en bas, et un minimum à $5^h$ du soir, qui retarde d'une heure seulement sur celui du Parc Saint-Maur. De $5^h$ du soir à $9^h$ du matin, la courbe est constamment ascendante, tandis qu'elle présente, près du sol, encore un maximum et un minimum.

» Cette marche de la vapeur d'eau à $300^m$ se comprend aisément : la vapeur d'eau, produite par l'évaporation à la surface du sol (nappes d'eau, sol humide, végétaux) arrive, surtout par diffusion, dans les couches plus élevées de l'atmosphère; la quantité de vapeur y augmente donc jusqu'au moment ($9^h$ du matin) où, par suite de l'échauffement diurne, prennent naissance les courants verticaux qui, joints à la diffusion, emportent dans un temps donné plus de vapeur d'eau qu'il ne s'en produit. La tension diminue alors jusqu'à l'heure ($5^h$ du soir) où le refroidissement est assez prononcé pour que les courants verticaux aient cessé; à partir de cet instant, la quantité de vapeur qui existe à une certaine hauteur recommence à augmenter.

» Le point important qui se dégage de ces observations est que la variation diurne de la vapeur d'eau, telle qu'on l'observe dans les stations météorologiques ordinaires, est un phénomène très particulier, localisé

dans les couches les plus basses de l'atmosphère. Nous avons déjà signalé un résultat analogue dans l'étude de la vitesse du vent. Les observations poursuivies au sommet de la tour Eiffel présentent ainsi un grand intérêt en ce qu'elles permettent de faire, dans les phénomènes météorologiques, comme un départ entre ceux qui sont d'un ordre général, et ceux qui doivent être regardés comme des phénomènes particuliers, dus au voisinage du sol. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique, observée au voisinage du sommet de la tour Eiffel.* Note de M. **A.-B. Chauveau**, présentée par M. Mascart.

« Une série d'observations sur l'électricité atmosphérique au sommet de la tour Eiffel a été organisée par le Bureau Central Météorologique, avec le concours du Conseil Municipal de Paris.

» La prise de potentiel est faite, suivant la méthode indiquée par Sir W. Thomson, à l'aide d'un mince filet d'eau jaillissant de l'extrémité d'un tube horizontal, à $1^{m},60$ en dehors de la tour. Le bassin métallique, constituant le réservoir d'eau, repose sur trois tubes de verre scellés dans une couche de soufre et noyés dans une masse épaisse de paraffine ([1]). Le tout est enfermé dans une boîte en chêne et placé, à l'altitude de $285^{m}$, sur l'extrémité de l'un des quatre arceaux (arceau Ouest) qui soutiennent la lanterne du phare.

» L'enregistreur photographique est un cylindre de Richard, monté horizontalement et tournant à l'intérieur d'une enveloppe métallique, dans laquelle une fente étroite est percée suivant une génératrice. Le papier photographique est enroulé sur le cylindre, la face sensible appliquée sur le métal, de telle sorte que ce soit le dos de la feuille qui se présente à l'impression lumineuse ([2]).

---

([1]) L'isolement ainsi obtenu est au moins l'équivalent de celui que donnent les meilleurs supports à acide sulfurique, mais sous cette condition absolue que la surface de la paraffine reste nette de toute poussière. Très aisément réalisable à l'altitude de $300^{m}$, où l'air ne renferme plus que fort peu de matières solides en suspension, cette condition est un obstacle sérieux à l'emploi de la paraffine pour des observations continues au voisinage du sol.

([2]) On évite ainsi le contact des doigts sur la surface sensibilisée, qui serait inévitable pendant l'enroulement, et celui-ci est rendu beaucoup plus facile, la feuille se plaçant pour ainsi dire d'elle-même sur le cylindre.

» Dans les conditions que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire à $1^m,60$ environ de la surface de la Tour, le potentiel est fréquemment supérieur à 10000 volts. Or, l'électromètre à quadrants, au moins sous sa forme ordinaire, ne paraît pas se prêter à la mesure des potentiels élevés. La déviation de l'aiguille a une valeur limite, variable avec la sensibilité de l'appareil, mais correspondant toujours à une même valeur du potentiel qui est d'environ 3000 volts (1).

» Pendant une première série d'expériences faites à la fin de 1892, on avait dû, pour rester dans la limite des potentiels mesurables, réduire à $40^{cm}$ la longueur du tube d'écoulement. Mais, à cette altitude, les surfaces de niveau sont extrêmement serrées au voisinage de la Tour; aux plus légères variations dans la longueur du jet (provenant de l'action du vent par exemple) correspondent des variations considérables du potentiel observé et les courbes obtenues sont trop tourmentées pour pouvoir être dépouillées avec certitude.

» A défaut d'un instrument qui ne paraît pas avoir été réalisé jusqu'ici sous une forme appropriée aux observations d'électricité atmosphérique, nous avons pu, par un artifice fort simple, utiliser l'électromètre à quadrants pour la mesure de très hauts potentiels, tout en restant dans les limites ordinaires de la sensibilité de cet appareil. Il suffit, pour cela, de placer, entre la source et l'électromètre, une cascade de petits condensateurs bien isolés. En faisant varier le nombre des éléments de la cascade, on peut donner à l'aiguille telle fraction que l'on veut du potentiel primitif.

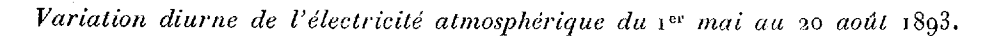
» Les observations faites par ce procédé en 1893 ont été poursuivies sans interruption depuis le 1er mai jusqu'au 2 novembre, et forment deux séries. La première, qui s'étend du 1er mai au 20 août, nous a fourni cinquante-huit journées utilisables, caractéristiques du régime d'été. Nous en donnons ici le résumé, sous forme de graphique, et nous y joignons la variation diurne observée pendant la même période au Bureau Central Météorologique.

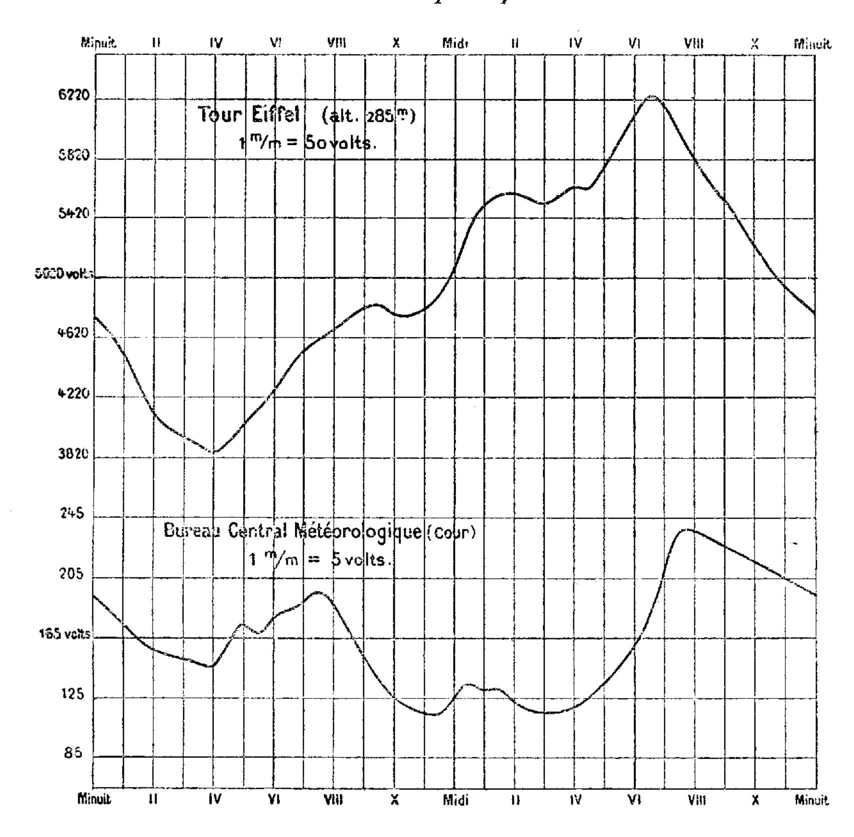
» De la comparaison de ces courbes, il résulte d'abord que, pour

---

(1) Ce fait, constaté sur un électromètre Mascart, parfaitement isolé et modifié de façon à permettre à l'aiguille de garder sans déperdition notable des potentiels bien supérieurs à 3000 volts, a été signalé antérieurement pour des instruments d'un tout autre modèle, par M. Hopkinson (*Proceedings of the physical Society*, vol. VII, Part I), puis par MM. Ayrton, Perry et Sumpner (Mémoire présenté à la Société Royale le 4 juin 1891).

l'électricité atmosphérique comme pour la tension de la vapeur d'eau, la variation diurne se simplifie quand on s'éloigne du sol. Tandis qu'aux faibles altitudes on observe invariablement une oscillation double dans la valeur du potentiel, celle-ci ne présente plus qu'un maximum et un minimum au voisinage du sommet de la Tour Eiffel.


*Variation diurne de l'électricité atmosphérique du 1er mai au 20 août* 1893.




» Le minimum du matin se produit exactement à la même heure ($4^h$) à la Tour et au Bureau; il précède de fort peu l'heure du lever moyen du Soleil pendant la période considérée. Le maximum du soir, à la Tour, a lieu à $6^h 30^m$; il est en avance de $1^h 15^m$ sur le maximum observé au voisinage du sol.

» Enfin, les deux courbes mettent nettement en évidence l'existence d'un maximum relatif au milieu du jour, vers $1^h$ ou $2^h$ de l'après-midi. Cette oscillation secondaire, signalée autrefois par M. Mascart dans les

observations du Collège de France, constatée à Greenwich et à Perpignan, n'a pas été retrouvée à Lyon. Elle paraît hors de doute, quelle que soit l'altitude, pour le climat de Paris. »

PHYSIQUE. — *Sur le poids du litre d'air normal et la densité des gaz.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Le fait d'une variation sensible de la composition de l'air atmosphérique en un même lieu, soupçonné par divers savants et par Regnault en particulier, n'a pu être nettement établi jusqu'ici, faute d'une méthode précise et fidèle pour déterminer cette composition. Un assez grand nombre d'analyses d'air atmosphérique exécutées par le procédé que j'ai décrit antérieurement ([1]) m'ont démontré que la proportion de l'oxygène varie assez pour qu'il y ait lieu de s'en préoccuper dans la détermination précise de la densité des gaz et du poids du litre d'air dit *normal*.

» Ainsi que je l'ai fait remarquer, ma méthode donne la proportion d'oxygène *par défaut;* mais il est facile de voir que, si l'on prend soin de plonger le ballon à phosphore dans la glace une demi-heure avant de commencer à y faire le vide, l'erreur est nécessairement *très faible et sensiblement constante*. En un mot, la méthode est *fidèle*, et elle devient *exacte* moyennant une correction qui, par cela même qu'elle est très petite, ne présente aucune incertitude appréciable.

» Pour m'en assurer j'ai, d'une part, analysé deux échantillons d'air pris simultanément sur la tour de la nouvelle Sorbonne, et j'ai trouvé pour l'un : $0^{gr},7627$ d'oxygène dans $3^{gr},2938$ d'air, soit 23,156 pour 100, et pour l'autre : $0^{gr},7826$ d'oxygène dans $3^{gr},3785$ d'air, soit 23,164 pour 100. On peut donc compter sur la comparabilité des résultats à $\frac{1}{10000}$ près du poids de l'air.

» D'autre part, afin de déterminer le poids de phosphore et de ses divers produits d'oxydation enlevés en même temps que l'azote dans la deuxième partie de l'opération, j'ai rempli mon ballon d'azote pur préparé au moyen du cuivre, et j'y ai fait ensuite le vide, en procédant exactement comme pour une analyse d'air. Le ballon a subi, par suite de cette manipulation, une perte de poids de $1^{mgr},2$. En tenant compte de ce qu'il a été essuyé dans l'intervalle, on voit que la perte de poids due aux matières vo-

([1]) *Comptes rendus,* 20 juillet 1891.

latiles s'élève à $1^{mgr}$ environ. Il convient, en conséquence, d'ajouter $\frac{3}{10000}$ à la proportion d'oxygène calculée d'après les pesées.

» Ainsi, l'air analysé plus haut contenait 0,2319 de son poids d'oxygène.

» Or, à part une expérience dont le résultat m'inspire quelque doute, la proportion d'oxygène dans l'air, pris dans la cour de la Sorbonne, a varié entre 23,14 et 23,20 (nombres bruts). Il est facile de voir qu'en conséquence le poids du litre d'air, mesuré dans les conditions normales, a varié de $0^{mgr},1$. Il est donc illusoire de rechercher le poids du litre d'air avec une précision supérieure à $\frac{1}{20}$ de milligramme, à moins que l'on n'ait le soin de déterminer en même temps la composition exacte de l'air que l'on a pesé. C'est ce que j'ai fait.

» J'avais déjà, à l'occasion de mes premières recherches sur la densité des gaz, calculé d'après mes pesées le poids du litre d'air; mais, n'attachant pas alors une grande importance à cette détermination, j'avais négligé certaines corrections relatives à la règle de mon cathétomètre, à la densité du mercure de mon baromètre, etc.

» C'est ainsi que j'ai obtenu le nombre $1^{gr},2933$, voisin de celui de Regnault, et retrouvé depuis par Lord Rayleigh.

» J'ai depuis cette époque reconstruit mon baromètre avec du mercure très pur ([1]), comparé la règle de mon cathétomètre au mètre international, redéterminé avec soin le volume de mon ballon à densités et la contraction qu'il subit sous l'influence du vide ([2]), et refait l'étalonnage des poids marqués qui ont servi à peser le gaz et l'eau.

» Prenant d'ailleurs toutes sortes de précautions qu'il serait superflu d'indiquer, j'ai trouvé pour le poids du litre d'air moyen de Paris à 0° ([3]) et sous la pression exercée par une colonne de mercure de $760^{mm}$,

$$1^{gr},29315.$$

» Il me paraît convenable de définir comme *air normal* l'air pris hors des villes, en plaine et par un temps calme, et qui contient un peu

---

([1]) Ce mercure est employé par la maison Alvergniat pour la construction des thermomètres.

([2]) Ce volume est actuellement de $2^{lit},27630$; il a diminué de $0^{cc},06$ depuis le dernier jaugeage, par suite du phénomène qui produit le déplacement du zéro des thermomètres. La correction du vide est portée à $0^{mgr},70$ au lieu de $0^{mgr},65$.

([3]) Cette température est produite au moyen de glace ordinaire du commerce, finement concassée et lavée à l'eau distillée.

plus de 232 millièmes d'oxygène en poids, soit très sensiblement 21 centièmes en volume. Le litre de ce gaz, défini comme plus haut, pèse donc $1^{gr},2932$ à 2 ou 3 centièmes de milligramme près ([1]). Sa masse est de $1^{gr},2758$ sous la pression d'une atmosphère C.G.S.

» *Densité des gaz.* — Il résulte de ce qui précède que, le poids d'un certain volume d'air dans des conditions définies pouvant varier de $\frac{1}{10000}$ de sa valeur, il est illusoire de rechercher la densité d'un gaz par rapport à l'air avec une précision notablement supérieure au $\frac{1}{10000}$.

» Comme, d'autre part, il peut y avoir intérêt à connaître les densités relatives de certains d'entre eux avec une exactitude plus grande, je proposerai de rapporter les densités des gaz à l'*azote*.

» Le choix de ce dernier comme terme de comparaison me paraît justifié par les considérations suivantes :

» Ce choix doit nécessairement porter sur l'un des gaz les plus difficiles à liquéfier. Or l'hydrogène, qui, à certains égards, appellerait l'attention, doit être rejeté parce qu'il est impossible de déterminer un poids d'hydrogène à $\frac{1}{10000}$ près de sa valeur; d'ailleurs, la moindre trace d'impureté introduit une erreur relative importante.

» Le nitrosyle est trop difficile à obtenir à l'état de pureté parfaite, et il ne faut évidemment point songer au formène.

» Des trois gaz qui nous restent (azote, oxygène et oxyde de carbone) le premier paraît être le plus facile à obtenir à l'état de pureté ([2]). C'est d'ailleurs avec ce gaz que l'introduction de traces d'air dans les appareils aura le moindre inconvénient, puisque sa densité est la plus voisine de celle de l'air.

» Le poids du litre d'azote normal à Paris est 1,2570.

» Sa masse sous la pression d'une atmosphère C.G.S. est $1^{gr},24006$ *ou mieux* $1^{gr},24$ à moins de $0^{mgr},1$ par défaut. »

---

([1]) Abstraction faite de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et des gaz plus ou moins accidentels.

Ce nombre paraît coïncider avec celui de Regnault (1,293187). Mais n'oublions pas qu'il faut ajouter à ce dernier une correction additive de près de $0^{mgr},3$ pour tenir compte de la contraction du ballon vide. Le nombre de Regnault est donc, en réalité, trop élevé d'environ $0^{mgr},3$; j'ai signalé déjà la cause de cette erreur dans la perte de poids subie par le ballon, par suite de l'essuyage entre le remplissage et le vide.

([2]) *Comptes rendus*, 13 juillet 1891.

CHIMIE. — *Aperçu du système des poids atomiques de précision, fondé sur le diamant comme* matière-étalon. Note de M. G. Hinrichs.

« Le fait qu'on n'a pas encore senti la nécessité d'adopter une *matière-étalon* pour les poids équivalents et atomiques de la Chimie suffit pour constater que la détermination précise de ces poids fondamentaux reste encore à faire. Les unités de ces poids, en usage depuis un siècle, ne répondent même en aucune façon aux conditions scientifiques auxquelles on a depuis longtemps satisfait en Physique et dans l'industrie même, notamment dans l'Électro-technique. Le Bureau métrique international a adopté les étalons *matériels* des savants français de la fin du siècle dernier et les congrès des électriciens ont basé leurs unités sur ceux-là.

» L'unité de Berzélius pour les poids atomiques est la meilleure, mais elle ne se prête point à la pesée directe; l'oxygène est toujours déterminé indirectement par différence. Toutes les réductions des analyses dans ce système sont donc nécessairement fautives en méthode. Dans ses combustions du diamant, Dumas s'est conformé au système de Berzélius et a déterminé le poids atomique du carbone, quoique ce soit bien le diamant qu'il ait pesé avec précision, ne pouvant peser directement l'oxygène. S'il s'était affranchi du système alors dominant, Dumas aurait certainement pris comme base de ses calculs le poids connu avec précision, et calculé le poids atomique de l'oxygène.

» L'unité dominante depuis un demi-siècle est la plus fautive qui puisse être proposée. Premièrement, le poids atomique de l'hydrogène est le plus petit de tous; les erreurs seront donc toutes multipliées, jusqu'à plus de deux cents fois. De plus, les déterminations les plus soignées ont démontré qu'il y a encore des différences de 1 pour 100 dans la valeur absolue de cette unité. Le poids atomique de l'argent est donc incertain, jusqu'à une unité; pour le plomb, cette incertitude atteint deux unités.

» Aucun gaz ne peut être adopté comme matière-étalon; ce serait prendre un mètre-étalon de gomme élastique, sous une tension définie et à une température donnée. On ne pourrait pas non plus se servir d'un liquide. La matière-étalon des poids atomiques doit être solide, compacte, pour éviter les absorptions, dont l'effet nuisible a été signalé par Dumas dans le graphite; d'une dureté considérable, pour résister aux effets mécaniques des manipulations nécessaires; d'une résistance chimique assez

grande pour permettre de le débarrasser des impuretés étrangères par des moyens énergiques, comme l'ébullition dans l'eau régale; enfin et surtout d'une pureté chimique assurée, exempte des inclusions mécaniques et minimes qui résistent aux réactions usitées dans les procédés chimiques, telles que les cendres inertes. Je ne connais qu'une substance élémentaire qui satisfasse à toutes ces conditions; c'est le diamant. Le poids atomique de cette matière-étalon étant pris égal à 12 exactement, l'unité sera donc très voisine du poids atomique de l'hydrogène.

» Jetons un coup d'œil rapide sur l'ensemble des déterminations des poids atomiques des éléments dans ce système.

» Les expériences magistrales de Dumas sur la combustion du diamant donnent, pour le poids atomique de l'oxygène, 16 exactement; l'écart et le coefficient sont minimes (voir *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 697). Les déterminations soignées de Erdmann et Marchand, ainsi que les combustions plus récentes des diamants du Cap par Roscoe, ont pleinement confirmé les résultats de Dumas.

» L'ignition au blanc du spath d'Islande et du carbonate de chaux artificiel a donné aux premiers chimistes : Ca = 40,00 exactement. L'écart n'est que — 0,002 et le coefficient — 0,00005.

» Voilà les trois poids atomiques fondamentaux : l'étalon diamant, le métalloïde se combinant avec presque tous les éléments, et le métal dominant de l'écorce terrestre.

» Pour représenter la dépendance mutuelle de tous les poids atomiques, je construis la parabole dont le diamant est le sommet, et le calcium le foyer (*voir* la figure ci-jointe). Sur cette courbe, je place les éléments primaires à leur propre distance de la verticale passant par le zéro des poids atomiques.

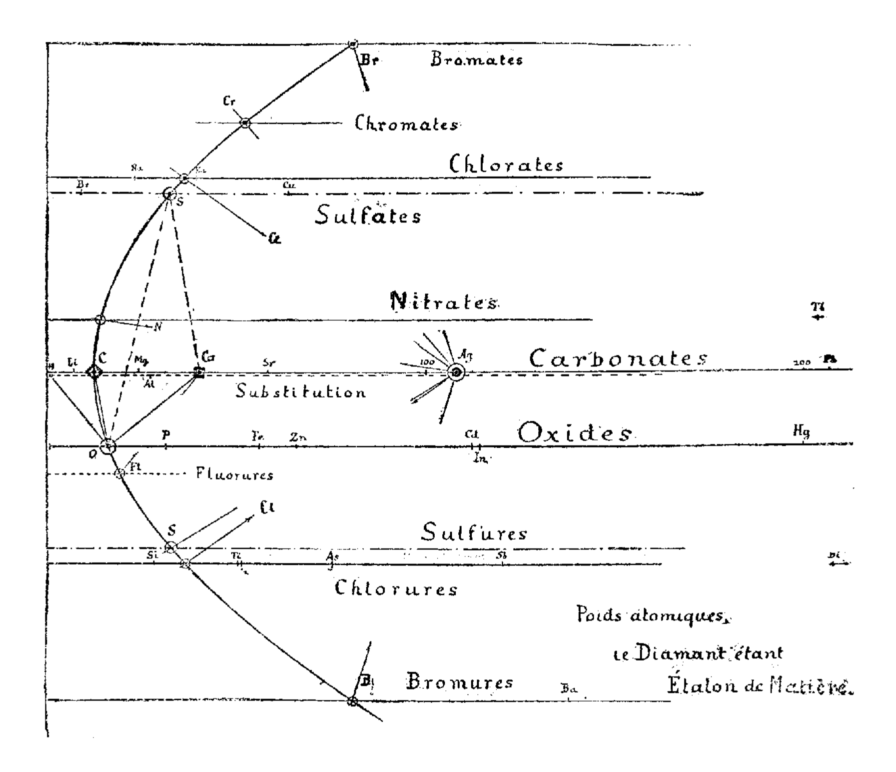
» L'axe secondaire passant par ce point sera le lieu des poids atomiques déterminés secondairement et qui seront tous affectés de l'écart du poids de l'élément primaire placé sur la courbe.

» Sur la ligne passant par l'oxygène, on trouve donc P = 31 (coefficient — 0,001, Schrötter); Fe = 56 (+ 0,001, Berzélius; — 0,0004, Erdmann et Marchand, en air, et + 0,002 en oxygène; + 0,00004, Maumené paraît incertain); Zn = 65,5 (— 0,0003, Gladstone et Hibbert); Cd = 112 (+ 0,0005, Edgar Smith); In = 113,5? (Bunsen); Hg = 200 (+ 0,0007, Erdmann et Marchand); Pb = 207 (+ 0,0004, Berzélius).

» Sur la même ligne se trouve encore H = I d'après Dumas, confirmée par Erdmann et Marchand et déterminée par la méthode limite appliquée à toutes les déterminations chimiques existantes (*voir* ma Note récente).

» L'importance de cet élément nous autorise à le remettre aussi près de l'axe principal pour l'enregistrement des substitutions qui nous donnent Al = 27 (± 0,0000, Mallet).

» Sur l'axe principal, passant par le carbone, nous plaçons les éléments dont le poids atomique est tiré de leurs carbonates, comme pour le calcium. Nous trouvons : Li = 7? (+ 0,02, Troost; + 0,004, Diehl); Mg = 24 (0,00015, Marchand et Scherer); Sr = 88?; Pb = 207 (0,00015, Berzélius).




» Ayant établi le triangle fondamental formé par les poids atomiques C, O, Ca, la conversion du spath d'Islande en sulfate donne S = 32 très exactement (Erdmann et Marchand). Sur l'axe secondaire mené par ce point de la parabole, nous trouvons Be = 9 (+ 0,003, Kruss, 1891) et Cu = 63,5 exactement, d'après mes réductions des résultats électrolytiques de Th.-W. Richards (Voir *Chemical News*, octobre 6 1893, et aussi *Zeitschrift für anorganische Chemie*, nov. 1893).

» Par la conversion du spath fluor pur en sulfate, nous avons Fl = 19 sur la branche inférieure des binaires (— 0,002, Dumas; ± 0,0000, Louyet).

» Le déplacement des poids primaires sur le paraboloïde de révolution indiqué dans la figure paraîtra un peu arbitraire, mais c'est simplement pour montrer tous les procédés en usage séparément et représenter les valeurs obtenues dans leur grandeur naturelle. Le déplacement latéral nous avertira, en même temps, du danger des rapports analytiques très grands, par l'acuité excessive du triangle déterminant.

» Il sera donc favorable à la précision de prendre une base plus étendue que C — Ca pour la détermination des éléments plus lourds, comme Cl, Br, Io. L'histoire de la Chimie a déterminé pour nous ce choix; il faudra établir le poids atomique de

l'argent pur, distillé ou électrolytique, et avec cette matière-étalon secondaire, déterminer les poids atomiques des éléments chloroïdes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode générale pour le dosage volumétrique de l'argent sous une forme quelconque;* par M. G. **Denigès.**

« Le dosage volumétrique ordinaire de l'argent, fondé sur l'emploi d'un chlorure alcalin comme réactif de précipitation et le chromate de potasse comme indicateur, exige qu'on opère en milieu rigoureusement neutre; en outre, il est influencé par la présence d'un assez grand nombre de substances organiques; enfin il est limité aux combinaisons argentiques solubles dans l'eau. Le procédé de Volhard-Charpentier, au sulfocyanate de potasse, est déjà plus général, puisqu'il permet d'opérer en présence d'acide azotique, mais il exclut tous les sels d'argent insolubles dans cet acide. La méthode que nous allons décrire s'étend, au contraire, à toutes les combinaisons argentiques sans exception.

» Liebig a montré (¹) que, lorsqu'on ajoute de l'azotate d'argent à du cyanure de potassium, sans excès d'alcali, il se forme un cyanure double d'argent et de potassium soluble, d'après l'équation

$$AzO^3Ag + 2CyK = CyAg, CyK + AzO^3K,$$

et qu'un excès, même très faible, de solution argentique, est décelé par la précipitation de cyanure d'argent insoluble.

» Or nous avions pu nous assurer que cette réaction, qui ne se produit bien dans ses deux phases qu'en liquide chimiquement neutre, et dont le terme final est parfois malaisé à saisir, s'accomplissait très facilement en ce qui concerne la formation du sel double en présence d'ammoniaque libre, et qu'on pouvait s'assurer de son complet achèvement en ajoutant au mélange, comme indicateur, de l'iodure de potassium formant, avec un très léger excès de sel d'argent, de l'iodure d'argent insoluble dans l'ammoniaque et produisant un louche final d'une grande netteté.

» Des variations, même très notables, dans la proportion d'ammoniaque ajoutée, la présence de potasse ou de soude libres ou carbonatées, de chlorures, bromures, phosphates, etc., sont sans influence sur les quantités d'azotate d'argent employées, de telle sorte qu'on a là un procédé d'une extrême précision et d'une grande commodité pour doser l'acide cyanhydrique libre ou combiné.

---

(¹) *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. LXXVII, p. 102.

» Mais, inversement, l'emploi simultané de l'ammoniaque et d'une solution titrée de cyanure de potassium permettra de doser une combinaison argentique quelconque, soluble ou insoluble dans l'eau, car tous les composés de l'argent sont solubles dans l'ammoniaque ou dans le cyanure de potassium, ou peuvent être rendus solubles dans ces véhicules par l'emploi préalable de l'acide azotique.

» Avant d'entrer dans le détail des résultats obtenus avec les diverses combinaisons argentiques que nous avons examinées, nous devons dire d'abord que les solutions de cyanure de potassium, au degré de dilution où nous les employons (environ 1 pour 100), sont d'une stabilité surprenante, et, fait plus inattendu encore, cette stabilité est accrue par la présence d'un excès d'alcali.

» C'est ainsi que $20^{cc}$ de trois solutions de CyK pur à $9^{gr}$ par litre, l'une neutre que je désignerai par la lettre A, une seconde B renfermant en outre $25^{cc}$ d'ammoniaque par litre, la troisième C contenant $25^{cc}$ de lessive des savonniers, étant additionnés de $100^{cc}$ d'eau, de $5^{cc}$ d'ammoniaque et d'un peu d'iodure de potassium, absorbaient, pour leur transformation en cyanure double, les quantités d'$AzO^3Ag$ déci-normal indiquées ci-dessous :

| | Solution. | | |
|---|---|---|---|
| | A. | B. | C. |
| | cc | cc | cc |
| Aussitôt après la préparation ...... | 13,85 | 13,85 | 13,85 |
| Après quinze jours................ | 13,80 | 13,85 | 13,85 |
| Après une minute d'ébullition..... | 13,40 | 13,80 | 13,85 |
| Après trois minutes d'ébullition.... | 12,60 | 12,90 | 13,80 |
| Après cinq minutes d'ébullition..... | 11,90 | 12 | 13,75 |

Ce qui démontre l'invariabilité de titre de ces solutions au bout de quinze jours, à froid, et la grande stabilité des solutions alcalines à chaud, surtout de celles qui renferment de la soude, les solutions ammoniacales s'altérant à la façon des solutions neutres lorsqu'elles ont perdu leur gaz ammoniac.

» Cette persistance dans le titre, très précieuse, prévient la seule objection qu'on aurait pu faire à la méthode et conduit à employer de préférence des solutions alcalinisées.

» Les divers et très nombreux dosages de combinaisons d'argent, dont nous relatons plus loin quelques chiffres, ont été effectués avec des échantillons d'une grande pureté, cristallisés pour la plupart et dont on a pris une quantité voisine du millième de l'équivalent de la substance.

» Cette quantité a été dissoute, pour le chlorate, le chlorure, le bromate, le bromure, l'iodate, le sulfate, l'acétate, etc., dans $10^{cc}$ d'ammoniaque et $5^{cc}$ d'eau, à froid ou mieux à une douce chaleur; pour le ferrocyanure, le bromure et surtout l'iodure, il

faut ajouter en même temps une solution titrée de CyK, d'environ 1 pour 100 de titre, qu'on n'ajoute qu'après solubilisation pour les autres sels.

» Pour les phosphates, arséniates, chromates, oxydes et surtout pour le sulfure, il est préférable de dissoudre la matière à chaud dans un peu d'acide azotique étendu de son volume d'eau, puis de sursaturer par l'ammoniaque et d'ajouter le CyK après refroidissement.

» Le chromate se dissout souvent lentement dans l'acide azotique, mais, si après quelques instants de chauffe il laisse encore un résidu, l'addition d'ammoniaque le fait entièrement disparaître.

» Lorsque la combinaison d'argent est complètement solubilisée et se trouve en présence d'un petit excès d'ammoniaque ($5^{cc}$ à $10^{cc}$) et de $20^{cc}$ de solution titrée de CyK, on ajoute $100^{cc}$ d'eau, un peu d'iodure de potassium et on verse peu à peu la solution déci-normale d'$AzO^3Ag$ jusqu'à louche persistant.

» La différence entre le titre des $20^{cc}$ de CyK employés et la proportion de liqueur argentique consommée pour obtenir la réaction indicatrice finale, correspond à une égale quantité de solution déci-normale du composé argentique essayé : il est aisé d'en déduire la proportion pondérale.

» On a ainsi obtenu, entre autres chiffres tous très satisfaisants :

| Substance. | Quantité prise. | Quantité trouvée. |
|---|---|---|
| | gr | gr |
| ClAg | 0,140 | 0,140 |
| BrAg | 0,155 | 0,154 |
| IAg | 0,221 | 0,219 |
| $PO^4Ag^3$ | 0,111 | 0,109 |
| $Cr^2O^7Ag^2$ | 0,216 | 0,216 |
| $SAg^2$ | 0,155 | 0,153 |

» Comme on devait s'y attendre, l'iodure est le plus long à dissoudre; il convient de le faire macérer un temps assez long dans le cyanure, en flacon bouché, en s'aidant au besoin d'une douce chaleur.

» L'avantage de la nouvelle méthode se trouve surtout marqué dans ses applications, qui sont nombreuses :

» 1° Dosage volumétrique des précipités de chlorure d'argent.

» 2° Dosage direct, ou par reste, des chlorures solubles, notamment dans les liquides de l'organisme (urines, liquides kystiques, sang, etc.).

» 3° Détermination des composés xantho-uriques de l'urine, par précipitation à l'aide de $AzO^3Ag$ ammoniacal et dosage de l'excès d'argent dans la liqueur filtrée.

» 4° Titrage de l'iodure de potassium, en le précipitant en solution ammoniacale par $AzO^3Ag$.

» 5° Dosage, enfin, de toutes les substances, carbures acétyléniques, hydrogène arsénié et antimonié, aldéhydes, oxyde de carbone (en utilisant l'ingénieuse réaction découverte par M. Berthelot), susceptibles de

modifier le titre des sels d'argent en solution alcoolique, ammoniacale ou acide. »

CHIMIE. — *Sur la stabilité à l'air de la solution de sublimé corrosif au millième*. Note de M. Tanret.

« D'après une récente Communication de M. Léo Vignon ([1]), la solution au millième de sublimé dans l'eau distillée serait très altérable à l'air : elle s'y décomposerait si facilement que, déjà après 1 à 3 jours, elle déposerait un précipité blanc, d'abord très faible, mais augmentant avec le temps : elle n'arriverait plus à contenir, après 7 jours, à la température de 15° à 20°, que $0^{gr},57$ de sel dissous, au lieu de $1^{gr}$.

» Cette solution de sublimé étant depuis longtemps déjà d'un emploi courant comme antiseptique, la confirmation de ces résultats si inattendus les rendrait gros de conséquences. Cette confirmation, je l'ai recherchée, mais n'ai pu l'obtenir.

» Une solution de bichlorure de mercure à 1 pour 1000 a été préparée à chaud, avec un sel bien cristallisé et de l'eau distillée bien pure et bouillie. Après refroidissement et sans filtration aucune, on l'a répartie, par $200^{cc}$ : 1° dans un verre à pied, qu'on a abandonné au laboratoire à la température de 13° environ, après l'avoir protégé des poussières de l'air par une simple feuille de papier (A); 2° dans un vase à précipité, qu'on a placé sur une cheminée à une température moyenne de 23° pendant la moitié de la journée et également recouvert d'une feuille de papier (B); 3° dans trois flacons, dans lesquels on a établi au moyen de la trompe un barbotage d'air qui y passait à raison de $6^{lit},9$ par heure. Ces flacons ont été partagés en deux séries : dans l'une, deux ont été accouplés de manière que le premier servît de laveur au second; dans l'autre, la solution de sublimé ne recevait que l'air qui avait passé au préalable sur de la ponce sulfurique.

» Six jours et demi après, les solutions des vases A et B étaient restées parfaitement limpides; il en était de même de celles des trois flacons, après un barbotage de cent heures, chacune ayant été ainsi traversée par $690^{lit}$ d'air.

» Après avoir rétabli les poids primitifs, on a dosé le mercure dans toutes ces solutions, en même temps que dans une autre toute récente, par le procédé classique de Personne. Or, il a fallu un même volume de chacune d'elles pour faire apparaître le précipité stable d'iodure rouge de mercure, avec un même poids d'iodure de potassium, soit $22^{cc},6$ à $22^{cc},8$ de solution mercurielle pour $2^{cc},5$ d'une solution contenant par centimètre cube $0^{gr},026$ de KI titrant 90,5 pour 100.

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 793.

» *L'air n'avait donc décomposé aucune des solutions de sublimé.*

» On a alors enlevé la feuille de papier qui recouvrait le vase B, et continué l'expérience encore quatre jours, en ayant soin d'agiter le flacon plusieurs fois par jour. Il ne s'y est pas davantage formé de dépôt blanc, et le titre de la solution, après réaddition de l'eau évaporée, n'avait pas changé.

» Dans une autre expérience, une fiole contenant $20^{gr}$ d'ammoniaque a été placée débouchée, à $25^{cm}$ de la prise d'air d'un des flacons. Après un barbotage de dix-sept heures, il s'était formé un anneau blanc, large de $4^{mm}$, à l'extrémité inférieure du tube abducteur de l'air. La formation de ce léger précipité de chloramidure de mercure avait fait baisser le titre de la solution, d'une quantité déjà appréciable ($22^{cc},9$ au lieu de $27^{cc},7$). C'était ainsi un commencement d'altération bien net, et c'est sans doute à de l'ammoniaque qu'il faut rapporter l'altération anormale des solutions de sublimé, observée par M. Léo Vignon.

» On peut donc conclure de ces expériences que, dans les conditions ordinaires, l'air peut être considéré comme sans action sur la solution de sublimé au millième dans l'eau distillée, tandis qu'il la décompose s'il est chargé de vapeurs ammoniacales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques sur les pressions critiques dans les séries homologues de la Chimie organique.* Note de M. E. **Mathias**, présentée par M. Lippmann.

« Soit une série de corps dérivant du premier d'entre eux, par substitution, à un atome d'hydrogène, des radicaux méthyle, éthyle, propyle, butyle, etc. J'ai montré dans un travail antérieur [1] que leurs *densités critiques* $\Delta$ varient suivant une fonction *continue* du poids total de la molécule. Si l'on porte, en effet, en ordonnées les valeurs de $\Delta$ et en abscisses les valeurs de $n$, $n$ désignant le nombre d'atomes de carbone du radical substitué à H, les points figuratifs ainsi obtenus se rangent sur des courbes régulières admettant chacune une asymptote parallèle à l'axe des abscisses.

---

(1) *Annales de Toulouse*, 1892. Cette loi, établie sur les éthers composés des alcools gras saturés, a été vérifiée récemment par M. S. Young, au moins pour les premiers termes des premières séries d'éthers.

Il a aussi retrouvé les courbes continues que j'avais indiquées pour les éthers isomères.

» I. J'ai reconnu qu'il en est de même pour les *pressions critiques* $\pi$, au moins dans les séries homologues suivantes :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| H(OH) (1), | $CH^3(OH)$, | $C^2H^5(OH)$, | $C^3H^7(OH)$, | ..., |
| HCl, | $CH^3Cl$, | $C^2H^5Cl$, | $C^3H^7Cl$, | ..., |
| $CO^2H^2$, | $CO^2H(CH^3)$, | $CO^2H(C^2H^5)$, | $CO^2H(C^3H^7)$, | ..., |
| $C^2O^2H^4$, | $C^2O^2H^3(CH^3)$, | $C^2O^2H^3(C^2H^5)$, | ............., | ..., |
| $C^3O^2H^6$, | $C^3O^2H^5(CH^3)$, | $C^3O^2H^5(C^2H^5)$, | ............., | ..., |
| $C^2H^5.OH$, | $C^2H^5O(CH^3)$, | $C^2H^5O(C^2H^5)$. | ............., | ..., |
| $AzH^3$, | $AzH(CH^3)^2$, | $AzH(C^2H^5)^2$, | $AzH(C^3H^7)^2$, | .... |

» Excepté les ammoniaques bisubstituées, *on passe d'une de ces courbes à l'autre par une simple substitution linéaire de la forme* $\pi' = \alpha\pi + \beta$, $\alpha$ et $\beta$ étant des constantes numériques qui, séparément, peuvent être nulles.

» Voici, à titre d'exemple, la comparaison des pressions critiques des alcools gras saturés et des éthers acétiques :

| | $\pi$ (obs.). | | $\pi$ (calc.). | $\pi$ (obs.). |
|---|---|---|---|---|
| | atm | | atm atm | atm |
| $\frac{1}{2}$ H .OH...... | 100 | $C^2H^3O^2.H$....... | $\frac{1}{2}$ 100 + 7 = 57 | 57,1 |
| $CH^3$ .OH....... | 78,6 | $C^2H^3O^2(CH^3)$.... | $\frac{1}{2}$ 78 + 7 = 46, | 46,0 |
| $C^2H^5.OH$....... | 62,6 | $C^2H^3O^2(C^2H^5)$... | $\frac{1}{2}$ 62,6 + 7 = 38,3 | 38,0 |
| $C^3H^7.OH$....... | 52,5 | $C^2H^3O^2(C^3H^7)$... | $\frac{1}{2}$ 52,5 + 7 = 33,25 | 33,1 |
| $C^4H^9.OH$(iso)... | 48 | $C^2H^3O^2(C^4H^9)$... | $\frac{1}{2}$ 48 + 7 = 31 | 30,5 (2) |

» Les valeurs dites observées de $\pi$ sont des valeurs moyennes par rapport aux nombres expérimentaux, souvent très concordants, de Nadejdine et de M. S. Young.

» Les pressions de Nadejdine étant *toujours* plus grandes que celles de M. S. Young, je les considère comme des valeurs par excès, les autres étant par défaut.

---

(1) Pour l'eau, il faut prendre la moitié seulement de la pression critique, soit $100^{atm}$ environ. Y a-t-il là un rapport intime avec le fait annoncé par M. Guye qu'au point critique la molécule de l'eau est doublée, ou n'est-ce qu'une simple coïncidence? Quoi qu'il en soit, le fait est curieux.

Il peut être intéressant de remarquer que la série homologue de l'eau et des alcools contient *tous* les corps pour lesquels le diamètre des densités est nettement curviligne.

(2) Valeur obtenue en prolongeant la courbe, se laissant guider par le sentiment de la continuité.

» II. Dans la limite de précision des expériences, les courbes des pressions critiques peuvent être assimilées à des arcs d'hyperboles équilatères, les asymptotes étant parallèles aux axes de coordonnées. Elles sont donc représentées par des équations de la forme

$$(1) \qquad (\pi + a)(n + b) = c,$$

où $a$, $b$, $c$ sont les constantes numériques variables d'un corps à l'autre.

» On passe d'une courbe à l'autre par simple substitution linéaire de $\pi$, pourvu que l'on satisfasse à la condition nécessaire et suffisante

$$(2) \qquad b = \text{const.}$$

» L'application de la formule (1) aux alcools ayant montré que l'on a $b = 3$ sensiblement, il s'ensuit que, dans toutes les séries monosubstituées, on a la relation suivante, qui se vérifie d'une façon très satisfaisante,

$$(3) \qquad (\pi + a)(n + 3) = c.$$

» III. Considérons la série homologue des carbures gras saturés

$$H.H, \quad H.CH^3, \quad H.C^2H^5, \quad \ldots$$

» Elle doit obéir à la loi de substitution linéaire vérifiée sur les séries homologues précédentes; or $\pi$ n'est connu que pour les carbures $CH^4$ et $C^2H^6$; en les comparant aux composés $CH^3Cl$, $C^2H^5Cl$, on déterminera les deux coefficients de la substitution linéaire qui relie les carbures saturés aux éthers simples chlorurés. On en déduit pour la pression critique de l'hydrogène le nombre $72^{atm},66$, très supérieur au nombre $13^{atm},3$ trouvé indirectement par Wroblewski. Cette grande valeur de la pression critique de l'hydrogène expliquerait pourquoi on ne l'a pas vu encore à l'état statique, mais seulement en gouttelettes dans les tubes à liquéfaction, la détente très forte, nécessaire pour abaisser la température au-dessous de $-240°$, donnant une pression finale inférieure à la tension de vapeur du gaz liquéfié.

» On peut donc, en faisant entrer un corps dans plusieurs séries homologues différentes, calculer *a priori* sa pression critique et vérifier que l'on obtient ainsi des valeurs concordantes.

» IV. Les pressions critiques de toutes les séries homologues d'éthers composés des alcools saturés sont données d'une façon très satisfaisante

par la formule

$$(4) \qquad \pi = \frac{1}{2}n' + 7,5 + \frac{600}{(n+3)(n'+4)},$$

dans laquelle $n'$ désigne le nombre d'atomes de carbone de *l'acide*.

» Cette formule montre que les éthers formés par un même résidu alcoolique ($n =$ const.) forment aussi des séries homologues et qu'on passe d'une courbe à l'autre par une substitution linéaire. Le cas des éthers *isomères* s'obtient en éliminant $n'$ entre (4) et la relation

$$n + n' = \text{const.} = \text{K}.$$

La discussion montre que les points figuratifs des séries isomères sont situés sur des courbes convexes vers l'axe des abscisses et présentent un minimum entre $n = 0$ et $n = \text{K} - 1$.

» V. Les densités et les pressions critiques, dans une même série homologue, étant des fonctions continues du poids moléculaire, il en résulte qu'il existe dans chacune de ces séries, entre $\Delta$ et $\pi$, une relation indépendante du corps de la série considéré.

*Vérification de la formule générale* $\pi = \frac{1}{2}n' + 7,5 + \frac{600}{(n+3)(n'+2)}$ *relative aux acides et aux éthers composés.*

| | $n = 0$ | | $n = 1$ | | $n = 2$ | | $n = 3$ | | $n = 4$ | | $n = 5$ | | $n = 6$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | calc. | obs. | calc. | obs. | calc. | obs. | calc. | obs. | calc. | obs. | calc. | obs. | calc. | obs. |
| $n' = 1$... | atm<br>74,66 | » | atm<br>58,0 | 59,25<br>61,65 | atm<br>48,0 | 46,83<br>49,16 | atm<br>41,33 | 40,06<br>42,7 | atm<br>36,57 | »<br>38,29<br>isobutyle. | atm<br>33,00 | »<br>34,12 | atm<br>30,22 | » |
| $n' = 2$... | 58,5 | 57,1 | 46,0 | 46,29<br>47,54 | 38,5 | 38,0<br>39,65 | 33,5 | 33,16<br>34,64 | 29,93 | »<br>31,4<br>isobutyle. | 27,75 | » | 25,16 | » |
| $n' = 3$... | 49,0 | » | 39,0 | 39,52<br>39,88 | 33,0 | 33,16<br>34,64 | 29,0 | » | 26,1 | » | 24,0 | » | 22,33 | » |
| $n' = 4$... | 42,33 | » | 34,5 | 34,21<br>36,02 | 29,5 | »<br>30,24 | 26,16 | » | 23,8 | » | 22,0 | » | 20,6 | » |
| $n' = 5$... | 38,6 | » | 31,4 | »<br>31,50 | 27,1 | » | 24,3 | » | 22,2 | » | 20,7 | » | 19,5 | » |
| $n' = 6$... | 35,5 | » | 29,3 | » | 25,5 | » | 23,0 | » | 21,2 | | | | | |
| $n' = 7$... | | | | | | | | | | | | | | |

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la caséine et le phosphore organique de la caséine.* Mémoire de M. A. **Béchamp**, présenté par M. Friedel. (Extrait par l'auteur.)

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet de démontrer que la caséine est phosphorée.

» Dans un Mémoire sur les matières albuminoïdes présenté autrefois à

l'Académie ([1]) j'ai démontré que la caséine est un principe immédiat absolument défini, distinct de tout autre principe immédiat albuminoïde. Je l'avais alors déjà obtenue ne contenant qu'une quantité variable très petite de matières minérales. Dans le travail actuel, je décris le procédé de préparation qui la fournit tellement pure qu'elle ne laisse plus de cendres à l'incinération.

» Je décris ensuite les propriétés et les caractères de la caséine, dont le poids moléculaire est compris entre 1405 et 1456. Je fais voir aussi de quelle façon s'opère l'élimination des phosphates dans sa préparation et sa purification et je démontre que, dans le lait de vache, la plus grande partie des phosphates insolubles sont engagés dans une sorte de combinaison organique.

» *Découverte et dosage du phosphore dans la caséine.* — Pour cela j'ai appliqué un procédé de combustion ou d'incinération déjà ancien ([2]). Il consiste à ajouter, à un poids de caséine absolument sèche, dans certaines conditions, une solution titrée de nitrate de bismuth, à évaporer le mélange, à le sécher à 110° et à en provoquer la combustion au rouge sombre. En déterminant le poids des cendres bismuthiques et en en retranchant le poids de l'oxyde de bismuth, la différence exprime approximativement les poids réunis de l'acide phosphorique et de l'acide sulfurique produits par la combustion de la caséine.

» L'analyse de cendres ne contenant que de l'oxyde de bismuth, de l'acide sulfurique et de l'acide phosphorique, n'offre aucune difficulté. Dans la première analyse je me suis servi du réactif de Sonnenschein pour rechercher l'acide phosphorique. Le précipité jaune de phosphomolybdate a servi à produire du phosphate ammoniaco-magnésien pour le dosage. Dans les autres expériences, la solution chlorhydrique a pu servir directement, après élimination du bismuth, à la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien. Dans deux expériences, j'ai dosé l'acide sulfurique avant de doser l'acide phosphorique. Voici les résultats des six expériences :

» I. *Analyse qualitative.* — Dissolution des cendres dans l'acide nitrique et, après élimination du bismuth, précipitation par le réactif de Sonnenschein. Pour précipiter tout l'acide phosphorique à l'état de phosphomolybdate d'ammoniaque d'un beau jaune, il a fallu un volume de ce réactif contenant près de 31$^{gr}$ de molybdate d'ammo-

---

([1]) *Recueil des Savants étrangers*, t. XXVIII, n° 3.

([2]) A. Béchamp, *Nouvelle méthode d'incinération des matières végétales et animales* (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 337).

niaque. Le phosphomolybdate correspondant à 68gr,572 de caséine a produit :

| | |
|---|---|
| Pyrophosphate de magnésie | 1gr,532 |
| Acide phosphorique | 0gr,980 |

» En centièmes :

| | |
|---|---|
| Acide phosphorique | 1,429 |
| Phosphore | 0,624 |

» On trouvera, dans le Mémoire, la description des réactions qui prouvent que ce que je considère comme pyrophosphate en était vraiment. Quoi qu'il en soit, ce dosage n'exprime qu'un minimum.

» Dans toutes les expériences suivantes, la production du phosphate ammoniaco-magnésien a été directe.

» II. Caséine, 83gr,558; oxyde de bismuth dans le nitrate employé, 14gr,367.

| | gr |
|---|---|
| Cendres bismuthiques | 16,100 |
| Oxyde de bismuth | 14,367 |
| Augmentation | 1,733 |

» L'acide sulfurique a été dosé à l'état de sulfate de baryte avant de doser l'acide phosphorique; trouvé :

| | gr | | gr |
|---|---|---|---|
| Pyrophosphate de magnésie | 2,23 | Sulfate de baryte | 0,243 |
| Acide phosphorique $PO^5$ | 1,4264 | Acide sulfurique $SO^3$ | 0,0834 |
| $PO^5$ pour 100 | 1,707 | S | 0,0334 |
| P pour 100 | 0,743 | S pour 100 | 0,04 |

» Somme de l'acide phosphorique et de l'acide sulfurique pour comparer à l'augmentation

| | gr |
|---|---|
| $PO^5$ | 1,4264 |
| $SO^3$ | 0,0834 |
| | 1,5098 |

» C'est-à-dire 1gr,5098 au lieu de 1gr,733.

» III. Caséine : 2gr,095. Oxyde de bismuth dans la solution nitrique : 1gr,173. Trouvé :

| | gr | | gr |
|---|---|---|---|
| Cendres bismuthiques | 1,212 | $PO^5 2MgO$ | 0,056 |
| Oxyde de bismuth | 1,173 | $PO^5$ | 0,0355 |
| Augmentation | 0,039 | $PO^5$ pour 100 | 1,6945 |
| | | P pour 100 | 0,7398 |

» IV. Caséine : 2gr,103. Oxyde de bismuth dans la solution nitrique : 1gr,463. Trouvé :

| | gr |
|---|---|
| $PO^5 2MgO$ | 0,0578 |
| $PO^5$ | 0,03664 |
| $PO^5$ pour 100 | 1,742 |
| P pour 100 | 0,7606 |

» V. Caséine d'un lait de vaches soumises à un régime phosphaté (Chaumoncel) : 3gr,62. Oxyde de bismuth dans la solution nitrique : 1gr,173. Trouvé :

| | gr | | gr |
|---|---|---|---|
| $PO^5 2MgO$ | 0,0998 | $SO^3 BaO$ | 0,012 |
| $PO^5$ | 0,06327 | $SO^3$ | 0,00412 |
| $PO^5$ pour 100 | 1,748 | S | 0,00164 |
| P pour 100 | 0,7632 | S pour 100 | 0,0455 |

» VI. J'ai fait une sixième expérience pour déterminer jusqu'à quel point on pouvait diminuer la quantité du nitrate de bismuth. Caséine : 1gr,392. Oxyde de bismuth dans la solution nitrique : 0gr,483. Trouvé :

| | gr |
|---|---|
| $PO^5 2MgO$ | 0,0853 |
| $PO^5$ | 0,05407 |
| $PO^5$ pour 100 | 1,5053 |
| P pour 100 | 0,6572 |

» Il ne convient donc pas de trop diminuer la quantité de nitrate de bismuth.

» J'ai dosé aussi le phosphore dans un produit insoluble du dédoublement de la caséine par la chaleur. Ces dosages fournissent un contrôle précieux de la méthode et des dosages précédents. Les voici :

» I. Produit sec : 9,56. Solution nitrique contenant 2gr,0524 d'oxyde de bismuth. Trouvé :

| | gr | | gr |
|---|---|---|---|
| Cendres bismuthiques | 2,1526 | $PO^5 2MgO$ | 0,158 |
| Oxyde de bismuth | 2,0524 | $PO^5$ | 0,10016 |
| Augmentation | 0,1002 | P | 0,043732 |
| | | P pour 100 | 0,4574 |

» II. Même produit sec d'une autre préparation : 6gr,969; oxyde de bismuth dans la solution nitrique 2gr,932. Trouvé :

| | gr | | gr |
|---|---|---|---|
| Cendres bismuthiques | 3,006 | $PO^5 2MgO$ | 0,113 |
| Oxyde de bismuth | 2,932 | $PO^5$ | 0,07163 |
| Augmentation | 0,074 | P | 0,031275 |
| | | P pour 100 | 0,4409 |

» La même méthode fournit donc beaucoup moins d'acide phosphorique à la combustion du produit insoluble du dédoublement; ce qui prouve deux choses : qu'il s'agit bien d'un produit de dédoublement de la caséine et que la caséine est nécessairement phosphorée et, de plus, que le phosphore y est à l'état organique.

» Réunissons maintenant les dosages relatifs à la caséine, en négligeant les deux dosages extrêmes, l'un fait en vue de l'analyse qualitative, l'autre pour juger de la quantité du nitrate de bismuth à employer :

| | II. | III. | IV. | V. | Moyenne. |
|---|---|---|---|---|---|
| Phosphore pour 100 | 0,743 | 0,7398 | 0,7606 | 0,7632 | 0,752 |
| Soufre » | 0,040 | » | » | 0,0455 | 0,043 |

» Dans mon Mémoire, j'explique que le dosage du soufre est inférieur à celui de plusieurs auteurs et même de Mulder, qui avait trouvé 0,4 pour 100, par le fait qu'ils ne connaissaient pas la caséine pure.

» Quoi qu'il en soit, la caséine étant sulfurée et phosphorée, offre le premier exemple d'un principe immédiat, une espèce chimique définie à six éléments

$$C^m H^n Az^p P^q S^r O^t$$ [1]. »

[1] Ces recherches et ces expériences ont été accomplies au laboratoire de M. Friedel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence d'estragon; sa transformation en anéthol.* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Friedel.

« La production de l'isoeugénol par M. Tiemann lui a permis de montrer que l'isomérie de ce corps avec l'eugénol est due à l'isomérie des groupements $C^3H^5$ qu'ils renferment, l'eugénol étant un dérivé allylique et l'isoeugénol un composé propénylique, représentés par les formules suivantes :

$$\underbrace{C^6H^3\begin{cases}CH^2-CH=CH^2\\OCH^3\\OH\end{cases}}_{\text{Eugénol.}},\qquad \underbrace{C^6H^3\begin{cases}CH=CH-CH^3\\OCH^3\\OH\end{cases}}_{\text{Isoeugénol.}}.$$

» Les travaux de M. Eykmann ont fait voir qu'il existe une relation du même ordre entre le safrol et l'isosafrol, dont j'ai indiqué le premier [1] la formation par l'action de la potasse sur le safrol :

$$\underbrace{C^6H^3\begin{cases}CH^2-CH=CH^2\\O\\O\end{cases}\!\!>CH^2}_{\text{Safrol.}},\qquad \underbrace{C^6H^3\begin{cases}CH=CH-CH^3\\O\\O\end{cases}\!\!>CH^2}_{\text{Isosafrol.}}.$$

» Sous l'influence de la potasse, le groupe $-CH^2-CH=CH^2$ s'isomérise et devient $-CH=CH-CH^3$.

» Comme le principe cristallisé de l'essence d'anis, l'*anéthol* renferme, d'après la synthèse de Perkin, un groupe propényle $-CH=CH-CH^3$ et correspond à l'isoeugénol et à l'isosafrol, j'ai pensé qu'il devait exister un isomère renfermant le groupe allyle $-CH^2-CH=CH^2$ et bouillant environ de 16 à 17° plus bas, rapports des points d'ébullition que l'on observe entre l'eugénol et le safrol et leurs isomères :

| | | |
|---|---|---|
| Eugénol. | | Isoeugénol. |
| 247°,5 | +16°,5 | 264° |
| Safrol. | | Isosafrol. |
| 232° | +16° | 247°-248° |

» Or, si l'on considère les points d'ébullition attribués par Cahours à l'essence d'anis (222°) et par Laurent à l'essence d'estragon (206), on observe également une différence de 16°, ce qui ferait supposer que cette dernière est un dérivé allylique et qu'il existe entre ces deux corps les re-

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XI, p. 462; 1869.

lations exprimées par les formules suivantes :

$$\underbrace{C^6H^5\begin{cases}CH^2\text{-}CH=CH^2\\ OCH^3\end{cases}}_{\text{Estragol.}\ 206^\circ}, \quad +16^\circ \quad \underbrace{C^6H^4\begin{cases}CH=CH\text{-}CH^3\\ OCH^3\end{cases}}_{\text{Anéthol.}\ 222^\circ}.$$

» Si ces vues sont exactes, l'estragol doit se convertir en anéthol sous l'action de la potasse, ce qui a lieu en effet, comme le montrent les expériences suivantes.

» J'ai dû d'abord refaire l'étude de l'essence d'estragon, qui n'a été l'objet d'aucun travail depuis les recherches de Laurent et de Gerhardt, et m'assurer que l'essence d'estragon ne renferme pas du tout d'anéthol (1).

» De plus, le point d'ébullition de l'essence d'anis étant plus élevé que celui donné par Cahours, le point d'ébullition de l'essence d'estragon doit être supérieur à 206°, chiffre donné par Laurent.

» L'essence d'estragon récente, soumise à la distillation, donne, comme l'a indiqué Laurent, une petite quantité de produit passant avant 200°, la presque totalité passant entre 200° et 220°, en laissant un résidu peu considérable de matière de consistance de térébenthine et dont il se forme de petites quantités à chaque distillation. Sur 100gr d'essence, j'ai obtenu, à une première rectification, 16 pour 100 avant 200° et 4 pour 100 après 220°. Entre 205°-215°, il distillait 70 pour 100 de la masse totale; après deux distillations, on recueille 60 pour 100 entre 210°-215°. Après quatre rectifications, le corps ne changeait plus de point d'ébullition et distillait entre 210°,5 et 212° sous une pression de 747m,4. Ni l'essence brute, ni l'estragol pur, ni aucune des portions recueillies aux températures voisines ne se solidifient par un froid prolongé de — 43°, même après addition d'une parcelle d'anéthol cristallisé. Si, au contraire, on ajoute de l'anéthol cristallisé à de l'essence d'estragon, on peut très facilement le séparer par la distillation suivie d'un refroidissement dans un mélange de glace et de sel. La différence des points d'ébullition, l'action du froid suffisent à prouver que l'essence d'estragon ne renferme pas d'anéthol.

(1) D'après les livres classiques (*Dictionnaire de Chimie* de WURTZ, *Manuel de Chimie organique* de BEILSTEIN, etc.), l'essence d'estragon serait presque entièrement formée d'anéthol cristallisable; c'est une erreur, le fait n'a été constaté par aucun chimiste. Gerhardt, après avoir établi qu'elle fournit les mêmes produits d'oxydation que l'essence d'anis, dit, au contraire, que l'essence d'estragon est fluide, non solidifiable par le froid, et qu'elle lui paraît constituer une modification physique de l'essence d'anis

» Le principe oxygéné de l'essence d'estragon, l'*estragol* $C^{10}H^{12}O^2$, distille donc entre 210°,5-212° non corrigé, à 215°-216° corrigé, c'est-à-dire 16° à 17° au-dessous de l'anéthol, pour lequel j'ai trouvé 228°-229° sans correction, et pour lequel les auteurs donnent 232° (corr.). Sa densité est de 0°,9325 à 15°. Indice de réfraction : $nd = 1,523$.

» La transformation de l'estragol en anéthol se fait facilement en le maintenant au bain-marie, pendant vingt-quatre heures, avec trois ou quatre fois son volume de potasse alcoolique concentrée.

» L'opération a été faite deux fois sur des portions de l'essence d'estragon et recueillies à une seconde rectification entre 210°-211° et 212°-214°. Un échantillon de $19^{gr}$ de ces produits après ces extractions par l'éther, a donné $14^{gr}$ d'un liquide qui s'est rempli de cristaux par le refroidissement.

» Les cristaux purifiés par trois compressions énergiques dans des doubles de papier ont donné $8^{gr}$ d'anéthol parfaitement pur; ce rendement élevé exclut toute idée de la préexistence de l'anéthol dans l'estragol.

» L'identité de cet anéthol avec l'anéthol de l'essence d'anis, auquel je l'ai comparé, est démontrée par le point de fusion et le point d'ébullition pris avec le même thermomètre et dans les mêmes conditions. L'un et l'autre fondent à 21°5 et distillent à 228°-229°; le bromure d'anéthol provenant de l'estragol fond à 65°, chiffre donné par M. Ladenburg pour le bromure d'anéthol de l'essence d'anis.

» Il me semble donc démontré que l'estragol et l'anéthol diffèrent par l'isomérie de leur groupe $C^3H^5$ et doivent être représentés par les formules suivantes :

$$C^6H^4\begin{cases} CH^2-CH=CH^2 \\ OCH^3 \end{cases}, \qquad C^6H^4\begin{cases} CH=CH-CH^3 \\ OCH^3 \end{cases},$$

| Estragol. | | Anéthol. |
|---|---|---|
| 210°,5-212° | + 16° à 17° | 228°-229° |

» Je venais de rédiger ce Mémoire quand j'ai eu connaissance d'un travail de M. Eykmann, qui a retiré de l'essence de bétel un phénol (le chavicol) dont l'éther méthylique, bouillant à 226°, doit être représenté, d'après ses produits d'oxydation, comme un isomère de l'anéthol.

» M. Eykmann a transformé cet éther en anéthol par l'action de la potasse alcoolique, et, en raison de cette réaction, considère le chavicolate de méthyle comme l'isomère allylique de l'anéthol et lui donne la formule que j'attribue à l'estragol. Comme le point d'ébullition du chavicolate de méthyle (226°) est peu différent de celui de l'anéthol (228°-229°), n'y aurait-il pas là une isomérie stéréochimique? Le vrai isomère allylique de l'anéthol, composé propénylique, me paraît être l'estragol, présentant

avec l'anéthol la même différence de points d'ébullition que l'eugénol et le safrol avec leurs isomères.

» Cette différence de points d'ébullition entre les composés allyliques et les composés propényliques s'observe également entre le méthyleugénol, qui bout à 247°, et l'isométhyleugénol, qui bout à 263°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle source de Rhodinol.* Note de MM. P. MONNET et PH. BARBIER, présentée par M. Friedel.

« La partie liquide et odorante de l'essence de roses est presque entièrement constituée par un alcool particulier, répondant à la formule $C^{10}H^{18}O$, qui a reçu le nom de *Rhodinol*.

» Jusqu'à présent cette matière n'avait été rencontrée que dans les essences de roses, dont elle paraissait être le principe caractéristique. Nous avons constaté dans le cours de nos recherches sur les essences de Géranium que le Rhodinol n'était pas un composé spécial à l'essence de roses et que l'huile essentielle extraite des pélargoniums, cultivés en Algérie et dans le midi de la France, en contenait des proportions notables, mélangées à d'autres substances qui en dénaturent les propriétés physiques et organoleptiques. Nous nous proposons, dans cette Note, de montrer l'exactitude de notre observation.

» L'essence de Pélargonium est soumise à la distillation fractionnée dans le vide; après des fractionnements nombreux et pénibles, on arrive à isoler un produit bouillant entre 123° et 126° sous une pression de $14^{mm}$; cette fraction, après avoir été mélangée avec son poids d'anhydride acétique, est chauffée en vase clos à 140° pendant huit heures.

» Le mélange ainsi traité est alors lavé à plusieurs reprises avec une solution alcaline puis à l'eau pure, et, lorsque l'acide acétique a été éliminée entièrement, on le soumet à une série de fractionnements dans le vide; le produit passe pour la majeure partie entre 127° et 130°; une dernière rectification le fournit bouillant régulièrement à 128°-129°, sous une pression de $14^{mm}$.

» A l'analyse il a donné les chiffres correspondants à la formule $C^{10}H^{17}OC^2H^3O$.

| | |
|---|---|
| Matière | 0,2645 |
| $CO^2$ | 0,709 |
| $H^2O$ | 0,248 |

» En centièmes :

| | Trouvé. | Théorie. |
|---|---|---|
| C | 73,1 | 73,4 |
| H | 10,4 | 10,2 |

» Cet éther acétique est un liquide incolore, mobile, doué d'une odeur suave iden-

tique à celle de l'éther rhodinolacétique; sa densité à 0° est 0,9211; ses indices à la température de 17°,2 sont

$$n_{645} = 1,4535, \qquad n_{452,6} = 1,4667.$$

Saponifié par la potasse alcoolique, il régénère un alcool huileux que quelques fractionnements dans le vide fournissent aisément pur; passant entre 124° et 125°, sous une pression de 14mm, l'analyse a donné les chiffres correspondant à la formule $C^{10}H^{18}O$.

| | |
|---|---|
| Matière | 0,3036 |
| $CO^2$ | 0,8650 |
| $H^2O$ | 0,3210 |

» En centièmes :

| | Trouvé. | Théorie. |
|---|---|---|
| C | 77,7 | 77,9 |
| H | 11,8 | 11,6 |

» L'alcool régénéré est un liquide parfaitement incolore, possédant une douce odeur de roses; sa densité à 0° est égale à 0,8886 et ses indices à la température de 16°,7 sont :

$$n_{645} = 1,4652, \qquad n_{452,6} = 1,4789.$$

» Sous une épaisseur de 0m,2, à la température de 17°,2, il présente une déviation de 4°26', ce qui correspond à un pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_d = -2°34'.$$

» Pour faciliter la comparaison entre les propriétés physiques du Rhodinol de l'essence de Pélargonium et celles du Rhodinol de l'essence de roses, nous avons rassemblé toutes ces constantes dans le Tableau ci-dessous :

| | Rhodinol de l'essence de Pélargonium. | Rhodinol de l'essence de roses. |
|---|---|---|
| Point d'ébullition | 124° $h = 14^{mm}$ | 124° $h = 14^{mm}$ |
| Densité à 0° | 0,8886 | 0,8896 |
| Indices $n_r$ | 1,4652 | 1,4653 |
| Indices $n_b$ | 1,4789 | 1,4795 |
| Pouvoir rotatoire | — 2°34' | — 2°37' |
| | **Éther rhodinolacétique du Pélargonium.** | **Éther rhodinolacétique des roses.** |
| Point d'ébullition | 128°-129° $h = 14^{mm}$ | 130° $h = 14^{mm}$ |
| Densité à 0° | 0,9211 | 0,9214 |
| Indices $n_r$ | 1,4535 | 1,4526 |
| Indices $n_b$ | 1,4667 | 1,4661 |

» Comme on peut le voir par les nombres contenus dans ce Tableau,

l'identité des deux corps, au point de vue physique, est aussi parfaite que possible.

» Il en est de même des propriétés chimiques : le Rhodinol de l'essence de Pélargonium donne par oxydation du *Rhodinal* $C^{10}H^{16}O$, dont nous avons préparé les combinaisons avec le bisulfite de sodium, l'hydroxylamine et la phénylhydrazine ; cet aldéhyde se transforme par oxydation au moyen de la dissolution ammoniacale d'oxyde d'argent en acide rhodinolique $C^{10}H^{16}O^2$, et, par une oxydation plus énergique, il fournit un mélange d'acides volatils parmi lesquels l'acide valérianique.

» Enfin, de même que le Rhodinol de l'essence de roses, le Rhodinol que nous avons extrait de l'essence de Pélargonium donne un tétrabromure $C^{10}H^{18}Br^4O$, un dichlorhydrate liquide $C^{10}H^{18}Cl^2$, duquel nous avons régénéré un terpène tétratomique $C^{10}H^{16}$, bouillant vers 177°-178° et donnant un tétrabromure fusible à 123°-124°.

» Toutes les réactions qui précèdent sont celles du Rhodinol, de sorte que l'identité des deux alcools est complète, tant au point de vue physique et organoleptique qu'au point de vue chimique. Ce résultat est important, car il permettra de préparer aisément de fortes proportions de Rhodinol qui est un corps peu abondant et d'un prix élevé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Présence du camphène dans l'essence d'aspic.* Note de M. G. BOUCHARDAT.

« L'essence d'aspic, quoique presque entièrement composée de camphre, de linalol et d'un peu de bornéol et isomères, renferme cependant de très petites quantités d'un carbure d'hydrogène bouillant à 158°, dont la composition répond à la formule $C^{20}H^{16}$.

» Les quantités recueillies, provenant de la distillation de plus de $4^{kg}$ d'essence, sont très faibles. Après 9 fractionnements, on a obtenu : de 155° à 160°, $9^{gr}$ de produit, déviant le plan de polarisation à droite de $+ 24°48'$ sous 10 d'épaisseur ; de 160° à 165°, on recueille $15^{gr}$ de produit déviant de $+ 26°20'$ ; enfin, $25^{gr}$ environ passant de 165° à 170°, déviation $+ 22°48'$. Cette dernière portion renferme déjà une notable proportion d'eucalyptol. Par de nouvelles rectifications, j'ai pu resserrer ces fractions entre 156° et 160°, avec une déviation du plan de polarisation de $+ 29°10'$.

» Tous les caractères de cette fraction sont ceux d'un térébenthène ; mais, si l'on fait le monochlorhydrate solide, on constate que le produit

dévie le plan de polarisation en sens inverse du carbure qui lui a donné naissance, $[\alpha]_{D} = -20^{\circ}15'$.

» Or j'ai, par de nombreuses observations concordant avec celles d'autres observateurs, constaté que tous les térébenthènes droits ou gauches donnaient des monochlorhydrates de même signe optique, et dont le pouvoir atteint environ les cinq huitièmes de celui du carbure. Au contraire, tous les camphènes actifs, examinés par M. Lafont et par moi, donnent des chlorhydrates déviant en sens opposé du carbure, mais dont le pouvoir rotatoire n'offre pas, en grandeur, de relation fixe avec la grandeur du pouvoir rotatoire du camphène; ce qui tient à la rapidité, constatée par nous, avec laquelle les acides détruisent le pouvoir rotatoire des camphènes, surtout à chaud.

» J'ai donc été amené à rechercher un camphène dans mon produit, qui n'est cependant pas du camphène pur, puisqu'il ne donne pas encore de cristaux, même lorsqu'on le refroidit longtemps à — 60°.

» J'ai passé, pour cela, par le monochlorhydrate $C^{20}H^{17}Cl$. J'avais précédemment observé que l'acétate de potasse en solution alcoolique à 80° ou 100°, et même la potasse alcoolique, exerçaient une action sensiblement nulle sur le monochlorhydrate de térébenthène, tandis que le chlorhydrate de camphène est décomposé rapidement, en moins d'un quart d'heure à 80° et déjà sensiblement à froid; résultats parallèles à ceux qui ont été observés par M. Riban dans l'action de l'eau à 100° sur ces monochlorhydrates de térébenthène et de camphène.

» On est prévenu de la fin de l'action lorsque le mélange alcoolique de chlorhydrates et de potasse, ou d'acétate de potasse, s'éclaircit. Le liquide alcoolique précipité par l'eau et soumis à la distillation dans le vide m'a donné une trace de monochlorhydrate en trop faible proportion pour être sérieusement examinée, et un carbure. Le carbure purifié, passant de 90 à 100 dans le vide, sous $5^{cm}$ de pression, se prend en masse à — 20°; et après un essorage insuffisamment prolongé, il reste encore solide au-dessus de zéro. Il a l'odeur caractéristique du camphène, qui n'est plus masquée par celle de traces de térébenthène; il bout à 158°-160° et a toutes les propriétés du camphène, moins le point de fusion de 49, qui n'a pu être obtenu faute seulement de purification suffisante. Les portions moins pures du carbure primitif, passant au-dessous de 158° et au-dessus de 160° jusqu'à 170°, ont été réunies et soumises pendant dix heures à l'action d'un poids égal d'acide formique cristallisable, et à la température de 100°. Le produit, lavé à l'eau, a été distillé dans le vide. Il en passe plus des $\frac{3}{4}$ avant 130°, avec un résidu ayant les caractères d'un diterpilène $C^{40}H^{32}$. Le produit principal, formé surtout d'éthers formiques, a été saponifié par la potasse alcoolique. A la distillation, il se sépare en une portion passant sous la pression normale, vers la température de 175°; c'est de l'eucalyptol, que l'essence de lavande renferme assez abondamment et qui, ainsi que j'ai pu le constater, résiste partiellement à l'action de l'acide formique. La plus grande partie du produit saponifié passe de 200° à 215°,

se prend en masse par le refroidissement et, après purification, présente tous les caractères d'un bornéol inactif.

» Cette réaction très sensible me permet d'affirmer la préexistence du camphène dans l'essence d'aspic. En effet M. Lafont a montré, d'une part, que les térébenthènes traités à 100° par l'acide formique cristallisable se polymérisent en donnant surtont du diterpilène $C^{40}O^{42}$, et pas traces de bornéol, et, d'autre part, que les camphènes traités de même fournissent en quantité théorique du formiate de bornéol toujours inactif, le camphène ne se polymérisant pour ainsi dire pas. Il est vraisemblable que le camphène dextrogyre de l'essence d'aspic est associé à du térébenthène qui a pu fournir du diterpilène.

» Il est utile de noter que le camphène a été trouvé par moi dans l'essence d'aspic (*Lavandula spica*) qui renferme une proportion notable de bornéol. M. Oliviero vient de rencontrer, de même, du camphène dans l'essence de valériane sauvage riche en bornéol. Dans ces deux exemples, le camphène et le bornéol trouvés dans chaque essence sont de même signe optique : dextrogyres pour l'essence d'aspic, lévogyres pour l'essence de valériane. Le camphène trouvé provient sans doute de la destruction d'éthers du bornéol soit pendant la vie de la plante, soit même par la simple distillation de la plante avec l'eau.

» En outre, ces analyses montrent la complexité des essences naturelles qui, presque toutes, renferment des térébenthènes bouillant à 158° et des citrènes passant à 178°, et, dans certains cas, du camphène passant vers 158°, carbures ayant tous la même composition $C^{20}H^{16}$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carbures volatils de l'essence de valériane.* Note de M. **Oliviero**.

« L'essence de valériane renferme, dans ses parties les plus volatiles, une notable proportion de carbures $C^{20}H^{16}$ que l'on a jusqu'à ce jour assimilés à un térébenthène. En examinant ces fractions, j'ai reconnu qu'elles étaient plus complexes et contenaient du camphène associé au térébenthène.

» L'essence, qui m'a été fournie gracieusement par M. Lancelot, n'avait subi l'action d'aucun réactif. Elle avait été obtenue par simple distillation des racines de valériane sauvage, au moyen de la vapeur d'eau.

» Cette essence, suivant les années, varie un peu de composition, mais les com-

posants sont les mêmes. Celle de la récolte de 1891 avait une densité de 0,912 et déviait à gauche de — 13° le plan de polarisation, sous $10^{cm}$ d'épaisseur; celle de la récolte de 1893 avait une densité de 0,888 et une déviation de — 8°48′.

» Pour éviter toute formation de camphène par destruction par la chaleur des éthers acétiques du bornéol, j'ai traité l'essence pendant vingt-quatre heures à 100° par une solution alcoolique saturée de potasse. Les sels obtenus sont formés, en presque totalité, d'acétate, avec des traces de valérianate. Le produit, précipité par l'eau, a été fractionné huit fois, à l'aide d'un appareil Lebel à cinq boules, jusqu'à 180°; et pour les températures supérieures, dans le vide.

» $5^{kg}$ environ d'essence ont donné les fractions suivantes : de 155° à 159°, $750^{gr}$ ayant une déviation à gauche de — 10°40′; de 159° à 161°, $150^{gr}$ déviant de — 12°. Vers 175°, il passe $60^{gr}$ environ d'un liquide déviant de — 26°, sous $10^{cm}$ d'épaisseur, et renfermant un citrène $C^{20}H^{16}$, déjà mélangé de composés oxygénés.

» Les portions volatiles vers 157° ont les propriétés organoleptiques et physiques du térébenthène. Mais, traitées par le gaz chlorhydrique sec, elles fournissent un monochlorhydrate solide ayant un pouvoir rotatoire dextrogyre $[\alpha]_D = +10°$, inverse de celui du carbure générateur. J'y ai recherché la présence du camphène, en employant le procédé de M. Bouchardat. J'ai ainsi obtenu, par l'action de l'acétate de potasse à 100° sur ce chlorhydrate; un mélange de carbure et de monochlorhydrate inaltéré, que j'ai séparés par distillation dans le vide.

» Le carbure purifié distille à 158° comme le térébenthène; il cristallise dans un mélange de glace et de sel; et, par un essorage, on en retire du camphène suffisamment purifié pour ne fondre qu'au-dessus de zéro. Ce carbure est lévogyre; $\alpha_D = -21°$ sous $0^m,10$ d'épaisseur.

» Le monochlorhydrate non décomposé n'a plus d'action sur l'acétate de potasse alcoolique ni sur la potasse alcoolique à 100°. Il est lévogyre; $[\alpha]_D = -25°$, c'est-à-dire de sens contraire au mélange de chlorhydrates de térébenthène et de camphène primitif $[\alpha]_D = +10°$.

» Il est identique au camphre artificiel du térébenthène gauche.

» Il nous semble résulter de ces faits que l'essence de valériane sauvage renferme simultanément deux carbures $C^{20}H^{16}$ bouillant tous les deux à 157°-158°, un camphène faiblement lévogyre et du térébenthène gauche, ainsi qu'une certaine quantité d'un citrène peu actif lévogyre. »

## CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des ptomaïnes.* Note de M. Œchsner de Coninck.

« J'ai soumis à l'oxydation ménagée une ptomaïne pyridique en $C^{10}H^{15}Az$, dont j'ai communiqué la découverte et présenté l'étude chimique à l'Académie en 1888 et 1891.

» A cet effet, une certaine quantité de la ptomaïne, convenablement purifiée, a été versée dans une solution très étendue de permanganate de potasse, et la liqueur a été

abandonnée à elle-même dans le laboratoire. Au bout de quelques jours, la décoloration a été rendue complète en chauffant légèrement le ballon au bain-marie. J'ai filtré, et le *filtratum*, après avoir été neutralisé par l'acide sulfurique très étendu, a été fortement concentré. J'ai ensuite précipité par une solution saturée d'acétate de cuivre pur, qui a donné un précipité bleu clair.

» Le sel de cuivre précipité a été lavé, puis décomposé par l'hydrogène sulfuré; dans ces conditions, il a fourni un acide solide, qui a été purifié par des lavages à l'eau froide et des cristallisations dans l'eau chaude. Le point de fusion de cet acide était situé à 228°-229°, ce qui est la température de fusion de l'acide pyridine-carboné obtenu par Huber et Laiblin dans l'oxydation de la nicotine.

» Je ferai remarquer, en outre, que l'acide dérivé de la ptomaïne en $C^{10}H^{15}Az$ commençait à se sublimer vers 150° sous forme de paillettes nacrées (Œchsner de Coninck), et possédait les mêmes solubilités dans l'eau froide, l'eau tiède et l'alcool absolu, que l'acide nicotianique.

» L'analyse du composé acide a permis de l'identifier avec l'acide dérivé de la nicotine $C^6H^5AzO^2$.

» Les résultats analytiques ont été confirmés par la distillation de l'acide sur la chaux vive, qui a laissé dégager de la pyridine. Cette base a été transformée en sel de platine *modifié*, suivant la méthode que j'ai fait connaître, et celui-ci a été analysé.

» La ptomaïne en $C^{10}H^{15}Az$ fournit donc, lorsqu'elle est oxydée au moyen du permanganate de potasse, *le même acide pyridine-carboné* que la nicotine et d'autres alcaloïdes volatils. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de certaines causes sur la réceptivité. Associations bactériennes.* Note de M. **V. Galtier**, présentée par M. A. Chauveau. (Extrait.)

« .... *En résumé*, il découle de mes recherches :

» 1° Qu'on peut donner au lapin la réceptivité, vis-à-vis du charbon symptomatique, par la simple injection d'une certaine quantité d'eau ordinaire dans une veine;

» 2° Qu'il peut l'acquérir à la suite de quelque maladie antérieure;

» 3° Qu'il est possible de la faire naître par l'association de la bactéridie, même atténuée, avec le *bacillus Chauvœi;*

» 4° Que l'adjonction de la bactéridie atténuée précipite l'évolution et la terminaison fatale du charbon symptomatique chez le cobaye, et qu'il en est de même du *bacillus Chauvœi* à l'égard du charbon bactéridien;

» 5° Que la bactéridie atténuée se renforce en pullulant dans l'organisme du cobaye inoculé en même temps du charbon symptomatique;

» 6° Que, dans les localités où se trouvent réunis les microbes des deux

charbons plus ou moins atténués, la réceptivité des animaux peut être exaltée, vis-à-vis de l'une ou de l'autre maladie, par l'infection simultanée ou successive avec les deux agents pathogènes;

» 7° Que, grâce à cette association, des microbes plus ou moins atténués et incapables de produire à eux seuls une maladie grave, peuvent récupérer tout ou partie de leur activité pathogène;

» 8° Qu'il est indiqué de ne faire subir aux animaux qu'on veut immuniser contre les deux charbons les inoculations préventives afférentes à chaque maladie que successivement et en laissant entre elles un certain laps de temps;

» 9° Que le rôle pathogène de la bactéridie, même atténuée, peut être favorisé par l'adjonction du *Streptococcus pneumo-enteritis*, qui est revenu lui-même à l'état de microbe saprogène inoffensif, et que la bactéridie atténuée peut préparer l'organisme à subir l'action du streptocoque;

» 10° Que l'on peut de la sorte s'expliquer le retour ou la réapparition du charbon ou de la pneumo-entérite du cheval à la suite de pluies ou inondations qui ont eu pour effet d'amener telle espèce microbienne vers telle autre et de favoriser, en les associant, l'action de l'une ou de l'autre, alors même que chacune d'elles était devenue plus ou moins inoffensive;

» 11° Que certains microbes, ceux du choléra aviaire et de la pneumo-entérite infectieuse du porc, qui l'emportent sur la bactéridie charbonneuse quand ils sont associés avec elle, peuvent également être renforcés quand, ayant été préalablement atténués, ils sont inoculés avec des bactéridies atténuées;

» 12° Qu'il y a lieu de tenir grand compte, pour expliquer le réveil de certaines enzooties ou épizooties et le retour de certaines maladies microbiennes, du rôle adjuvant que peuvent jouer d'autres microbes plus ou moins atténués ou simplement saprogènes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Toxicité du sang de la Vipère* (Vipera aspis *L.*). Note de MM. C. **Phisalix** et G. **Bertrand**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication (¹) nous avons établi que le venin et le sang du Crapaud contenaient des principes toxiques communs, *entièrement solubles dans l'alcool* et appartenant, au moins en partie, au

(¹) *Comptes rendus*, 1893.

groupe des leucomaïnes. Il en est de même chez la Salamandre [1]. En raison de l'argumentation favorable que la théorie de la sécrétion interne des glandes pouvait tirer de ces faits, il nous a paru utile d'en recueillir de nouveaux, propres à les généraliser : tel a été le but des recherches que nous avons entreprises sur la Vipère.

» Le choix de ce reptile s'explique par l'opposition qui existe entre la composition et les propriétés de son venin et celles des venins de Crapaud et de Salamandre. Chez la Vipère en effet, le principe actif ou échidnine est une espèce de matière albuminoïde, *complètement insoluble dans l'alcool*, de telle sorte que ce dissolvant n'enlève au venin aucun composé toxique; en outre, les troubles et les lésions qu'il provoque sont tout à fait caractéristiques. Cette opposition devait ajouter une certaine valeur à nos nouvelles expériences si, nos prévisions étant exactes, nous retrouvions l'échidnine dans le sang de la Vipère. C'est précisément le résultat auquel nous ont conduits les essais comparatifs que nous avons fait d'une part avec le venin et de l'autre avec le sang.

» *Venin*. — Les effets physiologiques du venin de Vipère sont assez bien connus tant par les observations cliniques que par l'expérimentation sur les animaux. L'excellent travail dans lequel M. M. Kauffmann [2] a étudié le mécanisme de la mort par envenimation, nous a particulièrement guidés dans notre tâche, bien que nous nous soyons surtout attachés à la détermination des effets d'un venin très dilué, tel que nous pouvions le retrouver dans le sang.

» Après des essais préliminaires qu'il nous paraît inutile de rapporter, nous avons reconnu qu'un cobaye, du poids de 500$^{gr}$ environ, succombait à l'injection sous-cutanée de 0$^{mm}$,3 de venin sec, dissous dans 5000 parties d'eau salée physiologique [3]. La teneur du venin entier en extrait actif variant de 20 à 30 pour 100, nous avons opéré sur du venin extrait des glandes et desséché dans le vide, afin de rendre les dosages exacts et toujours comparables. Immédiatement après l'injection, l'animal est pris de mouvements nauséeux qui disparaissent bien vite, puis il tombe peu à peu dans la stupeur. En même temps, et c'est là le symptôme le plus caractéristique, *la température du corps diminue dans une proportion considérable, de 39° jusqu'à 26° et même 22°.*

(1) PHISALIX, *Association française pour l'avancement des Sciences*. Congrès de Besançon, août 1893.

(2) *Mém. de l'Acad. de Médecine de Paris*, 1889.

(3) La grenouille, si sensible au venin du crapaud, résiste souvent à des doses d'échidnine suffisantes pour tuer deux cobayes.

» *Expérience.* — Le 14 novembre, on injecte à $10^h\,5^m$ dans la cuisse droite d'un cobaye mâle, du poids de $470^{gr}$, 3 dixièmes de milligramme de venin sec. Voici quelle a été, chez ce cobaye, la marche de la température :

| | h. m. | o |
|---|---|---|
| Température avant l'injection, à ............ | 10.03 | 39,55 |
| Température après l'injection, à ............ | 10.27 | 37,9 |
| » ............ | 10.50 | 37 |
| » ............ | 11.40 | 35,2 |
| » ............ | 12.00 | 34,5 |
| » ............ | 1.30 | 32,6 |
| » ............ | 4.05 | 27 |
| » ............ | 4.30 | 26 |
| Mort à ............ | 5.10 | |

» A l'autopsie, faite immédiatement, le cœur ne bat plus, mais l'oreillette gauche et le ventricule droit sont encore excitables. Il est dilaté, flasque. L'oreillette gauche est remplie de sang rouge. Les parois sont très vascularisées. L'estomac est distendu par une bouillie semi-liquide, à laquelle sont mélangés des caillots sanguins. Tout l'intestin est très congestionné et la muqueuse est rouge. Les poumons, le foie et les reins sont congestionnés. Le péritoine est rouge, congestionné. Au point d'inoculation, œdème hémorrhagique qui remonte dans les parois du ventre. Les muscles de la cuisse sont infiltrés de sang noir. Les vaisseaux de la peau sont injectés de sang.

» Cette vaso-dilatation générale, souvent accompagnée de taches hémorrhagiques dans les viscères et d'infiltration sanguinolente du tissu conjonctif au point d'inoculation, constitue, avec l'abaissement de température, la caractéristique de l'empoisonnement par le venin de la vipère.

» *Sang.* — Ce sont exactement les mêmes résultats que l'on obtient par l'inoculation du sang entier ou du sérum de sang de vipère.

» *Expérience.* — Le 15 novembre, à $9^h\,12^m$, on injecte dans l'abdomen d'un cobaye mâle, de $480^{gr}$, $2^{cc}$ de sérum rosé de sang de vipère.

» Immédiatement après l'injection, mouvements nauséeux très prononcés ; ils sont complètement disparus après $20^m$, et l'animal, de moins en moins agile, donne au thermomètre les indications suivantes :

| | h. m. | o |
|---|---|---|
| Température avant l'injection, à ............ | 9.38 | 40,00 |
| Température après l'injection, à ............ | 9.52 | 38,6 |
| » ............ | 10.08 | 37,5 |
| » ............ | 10.18 | 36,2 |
| » ............ | 10.30 | 34,7 |
| » ............ | 10.40 | 33,4 |
| » ............ | 10.50 | 31,9 |
| » ............ | 11.10 | 29,5 |
| » ............ | 11.35 | 26,5 |
| Mort à ............ | 11.35 | |

» *Autopsie.* — Le cœur est flasque, immobile, dilaté par le sang, Les parois sont fortement injectées de sang.

» Il est encore faiblement excitable. L'estomac et l'intestin sont très congestionnés et la muqueuse est rouge. Taches hémorrhagiques nombreuses sur le gros intestin. Les poumons, le foie, les reins sont très congestionnés. Le péritoine est rouge avec un peu d'épanchement séro-sanguinolent.

» Les deux expériences précédentes, que nous avons répétées plusieurs fois avec le même succès, se ressemblent tellement qu'un observateur non prévenu en attribuerait certainement les résultats à la même substance. Aussi suffisent-elles pour le but que nous nous proposions. Néanmoins, nous avons dû nous assurer que les principes actifs du sang de vipère étaient, comme ceux du venin, insolubles dans l'alcool.

» $4^{cc}$ de sang de vipère ont été additionnés peu à peu de $10^{vol}$ d'alcool; le précipité, séparé par filtration, a été épuisé à plusieurs reprises par un peu d'alcool, et les solutions réunies parfaitement limpides, évaporées dans le vide, à froid.

» Cet extrait alcoolique, dont l'activité était si grande quand on opérait sur du sang de crapaud, s'est montré ici sans action : injecté tout entier à un cobaye, il n'a produit aucun symptôme appréciable. L'échidnine est donc restée dans le précipité alcoolique. Malheureusement, elle n'a pu être extraite en quantité suffisante, étant retenue avec une extrême énergie par la proportion relativement énorme des matières albuminoïdes qui l'englobent. Cela est d'autant plus vraisemblable qu'il suffit de filtrer une solution de venin à travers une bougie de porcelaine pour lui faire perdre presque toute son action.

» Nous sommes donc autorisés à conclure qu'il existe dans le sang de la vipère des principes semblables à ceux du venin, doués comme ceux-ci d'une très grande activité physiologique et provenant sans doute de la sécrétion interne des glandes. La présence de ces principes toxiques dans le sang doit être considérée comme la véritable cause de l'immunité de la vipère pour son propre venin (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Modifications du pouvoir émissif de la peau sous l'influence du souffle électrique.* Note de M. **Lecercle**, présentée par M. Bouchard.

« Une cloche cylindrique de $7^{cm}$ de diamètre, d'un volume de $180^{cc}$, est mastiquée sur le train postérieur d'un lapin préalablement rasé. La cloche

(¹) Nous sommes heureux de remercier ici M. le professeur Vaillant et M. V. Blanchet qui nous ont obligeamment fourni les vipères nécessaires à ce travail.

est munie d'une tubulure fermée par un bouchon traversé : 1° par deux tubes; l'un communique avec des éprouvettes à dessécher, l'autre est relié à une trompe par un compteur à gaz; 2° par un thermomètre qui donne le $\frac{1}{10}$ de degré et dont le réservoir est séparé de la peau de l'animal par une distance de $4^{cm}$; 3° par une tige métallique terminée en pointe à l'intérieur de la cloche qu'on relie à l'un des pôles d'une machine Wimshurst. La pointe est à $6^{cm}$ de la peau et l'animal, étant mis en communication avec le sol, est soumis au souffle électrique quand la machine fonctionne sur une surface constante de $38^{cmq},5$. La machine avait des plateaux de $35^{cm}$ de diamètre. Elle était entraînée par un moteur électrique. Une bouteille de Lane d'une capacité de $9\mu$ de microfarad nous servait à apprécier le débit et le potentiel.

» Nous faisions passer dans la cloche un courant d'air sec avec une vitesse de $\frac{1}{3}$ de litre par minute. Nous notions la température du thermomètre de la cloche soumis au rayonnement : 1° avant l'expérience; 2° pendant l'expérience; 3° après l'expérience, le courant d'air passant toujours avec la même vitesse. La température du thermomètre qui reçoit la chaleur rayonnée ne se fixe pas immédiatement, elle est soumise à des variations analogues à celles que subit la température de la peau. Nous attendions toujours, avant de commencer une expérience, que la température fût devenue stationnaire. Nous notions également avant, pendant et après l'expérience la température de la peau sur la région lombaire, aussi près que possible de la cloche, au moyen d'un thermomètre à boule sphérique qui se creuse facilement une enveloppe dans le tégument mobile de l'animal.

» Les expériences ont été faites avec deux lapins ayant sensiblement le même poids.

*Expériences.*

» I. Lapin de $1950^{gr}$. Souffle positif. Température extérieure 24,4.

» Potentiel 60120 volts. Débit 120000 micro-coulombs. Énergie 7,21 watts.

| Température cutanée. | | | Température de la cloche. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant. | Pendant. | Après. | Avant. | Pendant. | Après. |
| 37 | 37,2 | 37,4 | 30,2 | 32 | 30,3 |
| Différences. | | | Différences. | | |
| | +0,2 | +0,2 | | 1,8 | −1,7 |

» II. Lapin de $2050^{gr}$. Souffle négatif. Température extérieure 21,2.

» Potentiel 69600 volts. Débit 108 micro-coulombs. Énergie 6 watts.

| Température cutanée. | | | Température de la cloche. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant. | Pendant. | Après. | Avant. | Pendant. | Après. |
| 37 | 37 | 37 | 27,1 | 28,8 | 27 |
| Différences. | | | Différences. | | |
| | 0 | 0 | | 1,7 | −1,8 |

» On voit que les excès de température du thermomètre de la cloche sur l'air extérieur sont constants : 7,6; 7,6.

» A ces différences correspondent des quantités de chaleur qu'on peut évaluer en calories, en substituant à la surface rayonnante du lapin un fil de platine disposé dans une cloche fixée sur celle qui a servi à nos expériences.

» Le fil de platine étant relié à une batterie d'accumulateurs, avec un rhéostat on réglait le courant de façon que l'excès de température de la cloche sur celle de l'air extérieur fût voisin des nombres précédents. Connaissant la force électromotrice et l'intensité du courant qui traverse le fil, $\frac{EI}{g \times 425}$ donne le nombre de calories correspondant à un excès de température déterminé et une proportion fournit la chaleur émise par unité de temps par le lapin.

» Ces expériences montrent que, dans des conditions diverses de température extérieure, le souffle produit par une machine électrique provoque une émission de chaleur par la peau qui reste à peu près la même sans que les régions voisines subissent des modifications de température appréciables.

» En comparant l'énergie qui mesure la chaleur rayonnée par l'animal à l'énergie électrique de la machine, on peut dire qu'*il y a un rapport constant entre l'énergie restituée sous forme de chaleur et l'énergie électrique fournie*.

» L'élévation de température du thermomètre de la cloche ne peut pas être attribuée à une élévation de température de l'air par les décharges électriques. L'air se renouvelle constamment et, de plus, si nous remplaçons l'animal par une plaque métallique conductrice, on n'observe aucune élévation de température. Les effets sont dus exclusivement à des modifications de la peau d'ordre physiologique.

» On pourrait attribuer cette augmentation de pouvoir émissif à ce que, sous l'influence du souffle, la température de la peau s'élève. Pour nous en assurer, à l'aide du disque à pointes de Ducretet, nous avons produit le souffle sur la surface cutanée dorsale voisine de la cloche dans laquelle l'air circulait toujours avec la même vitesse. Nous prenions la température de cette région avant, pendant et après l'expérience. Nous notions en même temps la température du thermomètre de la cloche soumis au rayonnement. Notre machine de Wimshurst marchait comme précédemment.

» I. Lapin de 2050gr. Température extérieure 26. Souffle positif.

| Température cutanée. | | | Température de la cloche. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant. | Pendant. | Après. | Avant. | Pendant. | Après. |
| 37,2 | 35 | 37,4 | 32,2 | 31,8 | 32 |
| Différences. | | | Différences. | | |
| —2,2 | | +2,4 | —0,4 | | +0,2 |

» II. Lapin de 1950gr. Souffle négatif. Température extérieure 24,4.

| Température cutanée. | | | Température de la cloche. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant. | Pendant. | Après. | Avant. | Pendant. | Après. |
| 35,2 | 33,2 | 35,4 | 29,2 | 28,7 | 28,8 |
| Différences. | | | Différences. | | |
| —2 | | +2,2 | —0,5 | | +0,1 |

» Ainsi la peau soumise au souffle subit un abaissement de température voisin de 2° et non pas une élévation de température, qui expliquerait l'augmentation du pouvoir émissif. L'animal, en émettant localement plus de chaleur, se refroidit. Cet abaissement de température est très sensiblement égal à l'élévation de température du thermomètre qui recevait la chaleur rayonnée dans nos expériences précédentes.

» De plus, tandis que le pouvoir émissif des régions soumises au souffle augmente, il diminue dans les régions voisines. Il nous resterait à examiner si ces modifications observées sur le lapin se manifestent également sur l'homme.

» Nous ne pouvons citer à ce sujet qu'une seule expérience, que nous avons faite en plaçant la cloche sur la cuisse d'un individu en parfaite santé. Le thermomètre de la cloche traversée par un courant d'air marquant 28,2, nous avons produit le souffle et nous avons vu la température s'élever rapidement à 28,9.

» En soumettant nos lapins à la galvanisation et à la faradisation, nous avons également observé des variations de pouvoir émissif, moins sensibles que celles que nous rapportons ici. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence du fer sur la végétation de l'orge.* Note de M. **P. Petit.**

« Dans une Note précédente, j'ai montré que l'orge contient du fer à l'état de composé organique analogue aux nucléines, et j'ai isolé cette nu-

cléine. Je me suis proposé d'examiner l'influence du fer, à diverses formes de combinaison, sur la végétation de l'orge.

» On a opéré sur des séries de pots contenant chacun 1800$^{gr}$ de sable, traité par l'acide chlorhydrique pur et bouillant jusqu'à cessation de coloration au sulfocyanure. Ce sable pouvait être considéré comme exempt de fer.

| | | | |
|---|---|---|---|
| La première série | I a reçu 4$^{gr}$ de nucléine de l'orge, soit...... | 6$^{mgr}$,04 de fer |
| La 2$^{e}$ | » II a reçu 5$^{gr}$ de sulfate ferreux, soit.......... | 0$^{gr}$,980 de fer |
| La 3$^{e}$ | » III a reçu 4$^{gr}$,4 de sulfate ferrique, soit....... | 0$^{gr}$,999 de fer |
| La 4$^{e}$ | » IV a servi de témoin. | |

» Les pots ont été arrosés, à l'aide d'un pulvérisateur, alternativement avec des solutions contenant respectivement par litre 1$^{gr}$,5 nitrate de potasse, 1$^{gr}$ sulfate de chaux, 1$^{gr}$ phosphate de potasse; chaque pot a reçu en tout 0$^{gr}$,93 de nitrate de potasse.

» On a planté dans chaque pot 20 grains d'orge Chevalier, de la récolte 1892; ces grains, pesant en moyenne 1$^{gr}$,02, étaient prêts à piquer, et ils ont été enfouis à la même profondeur, 15$^{mm}$.

» La levée s'est effectuée normalement, du 9 au 15 mars, pour les séries I, II et IV, tandis qu'elle n'a été complète que le 18 pour la série III au sulfate ferrique; ce dernier a donc exercé une influence retardatrice sur la germination.

» Le développement pendant le premier mois a été très vigoureux pour la série I à la nucléine, très médiocre pour III. Nous donnons la hauteur moyenne des tiges dans chaque série à deux époques différentes :

| | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| 21 mars............. | 11$^{cm}$ | 10$^{cm}$ | 3$^{cm}$ | 7$^{cm}$ |
| 15 avril............. | 23$^{cm}$ | 20$^{cm}$ | 5$^{cm}$ | 20$^{cm}$ |

» La nucléine et le sulfate ferreux ont donc exercé une bonne influence sur le début du développement, tandis que le sulfate ferrique a été nettement nuisible. Les différences se sont à peu près nivelées au bout de trente jours, sauf pour le sulfate ferrique, mais les pots à la nucléine conservant une légère avance. Ils se distinguaient d'ailleurs par la vigueur de leur végétation et la teinte foncée des feuilles; quant à la série III, elle est restée malingre, et deux pots sur trois ont péri vers le 10 mai. Les plantes ont été arrachées le 15 juin, après quatre-vingt-dix jours de végétation avant floraison, et à cause de l'invasion d'un parasite amené par le voisinage de marronniers.

» On a pesé séparément les feuilles et les tiges, pour chaque pot, et l'on a pris la moyenne pour représenter la récolte d'un pot. On a séché ensuite à 50 pour 100 jusqu'à poids constant.

| | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| Tiges vertes...................... | gr 26,00 | gr 24,00 | gr 4,70 | gr 19,00 |
| Tiges sèches...................... | 3,55 | 3,72 | 0,80 | 2,77 |
| Feuilles vertes.................... | 23,50 | 18,00 | 5,05 | 22,00 |
| Feuilles sèches.................... | 5,29 | 3,88 | 0,81 | 3,95 |
| Récolte totale pour 1$^{gr}$ de semence.. | 48 | 40 | 9 | 39 |

» Le sulfate ferreux, à la dose de $2^{gr},2$ par kilogr. de sable, n'a donc pas modifié sensiblement le rendement, tandis que celui-ci a été notablement augmenté par la nucléine, et qu'il a été presque nul avec le sulfate ferrique.

» On a dosé séparément, sur les tiges et les feuilles, l'azote total, les cendres et le fer, ce dernier par transformation en sel ferreux, et titrage au moyen d'une solution étendue de permanganate de potasse.

» Les résultats sont rapportés à 100 de matière séchée à 50° :

*Tiges.*

| | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| Azote......... | 1,44 | 1,49 | 1,48 | 1,31 |
| Cendres....... | 20,5 | 19,5 | 19,2 | 20,5 |
| Fer........... | 0,24 | 0,51 | 0,48 | 0,05 |

*Feuilles.*

| | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| Azote......... | 2,24 | 2,01 | 2,2 | 1,81 |
| Cendres....... | 20,1 | 19,8 | 17,9 | 16,9 |
| Fer........... | 0,25 | 0,57 | 0,56 | 0,05 |

» Nous voyons donc que pour les tiges, le taux d'azote n'a que peu varié; il y a cependant un léger accroissement par l'emploi de la nucléine ou des sels de fer.

» Les cendres n'ont pas varié, mais, pour le fer, les résultats sont fort nets. Le taux de fer a décuplé par l'emploi des sels de fer, et quintuplé par l'emploi de l'engrais organique, contenant le fer à l'état nucléique.

» Pour les feuilles, l'emploi de la nucléine ou des sels de fer conduit à un fort accroissement de l'azote, marqué surtout pour la première série, tandis que les cendres augmentent un peu pour cette même série et pour le sulfate ferreux. Quant au fer, nous retrouvons les mêmes écarts que pour les tiges, c'est-à-dire une quantité dix fois plus forte avec les sels de fer, et cinq fois plus grande avec la nucléine.

» Il semble donc que les sels de fer au minimum soient parfaitement absorbés par l'orge, au même titre que le fer à l'état organique, et qu'ils amènent comme celui-ci une assimilation plus intense d'azote.

» Au contraire, le sulfate ferrique agit comme un véritable poison. Ce résultat montre qu'on peut élever quelques doutes sur l'opinion généralement admise, de la nocuité des sels ferreux dans les sols, ces sels devenant inoffensifs lorsqu'ils sont peroxydés ([1]). »

---

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie agricole de la Faculté des Sciences de Nancy.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'écorcement sur les propriétés mécaniques du bois.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Dehérain.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences en 1737, Buffon avait conclu de ses expériences sur les chênes écorcés plusieurs mois avant l'abatage, que cette opération a pour effet d'accroître leurs propriétés mécaniques et en particulier leur résistance à la rupture. Ce résultat était dû, suivant lui, à la transformation de l'aubier en bois parfait. Vers la même époque, Duhamel du Manceau formulait des conclusions analogues. A la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci, ces faits furent contestés en France et surtout en Allemagne, mais sans qu'aucune expérience directe ait été faite pour vérifier les assertions des deux savants. Il me paraît intéressant de reprendre la question.

» Je recherchai d'abord quelles modifications subit l'aubier d'un chêne écorcé sur pied, dans l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'opération et le dépérissement de l'arbre. Pour être fixé à cet égard, j'étudiai sa structure, sa composition, et je déterminai sa densité.

» *Structure.* — En 1887, j'ai fait remarquer que le bois parfait a la même structure que l'aubier, mais qu'il s'en distingue seulement par une localisation différente du tannin. Dans l'aubier, ce sont les cellules ligneuses et radiales qui renferment cette substance; dans le cœur, elle imprègne les membranes des éléments et principalement celles des fibres ligneuses. Ce caractère, si important au point de vue des propriétés physiques et mécaniques qui en découlent, se révèle d'une manière frappante quand on traite les préparations microscopiques par le perchlorure de fer et le bichromate de potasse. Or, en soumettant à ces réactifs l'aubier des chênes écorcés, je n'ai constaté aucune différence avec l'aubier de sujets non opérés.

» *Composition chimique.* — Au point de vue de sa composition, l'aubier normal se distingue du bois parfait par la présence de l'amidon dans les cellules ligneuses et radiales, une plus forte teneur en eau et en matières albuminoïdes, enfin une proportion notablement plus faible de tannin. J'ai constaté les mêmes différences dans les chênes écorcés, comme on peut en juger par le Tableau suivant, où les dosages sont rapportés à 100 de matière sèche.

| | Aubier. | | Bois parfait. | |
|---|---|---|---|---|
| | Azote. | Tannin. | Azote. | Tannin. |
| Tronc de chêne non écorcé (60 ans).... | 0,219 | 0,90 | 0,155 | 5,47 |
| Tronc de chêne écorcé (40 ans) ....... | 0,197 | 0,412 | 0,100 | 2,34 |

» A part la résorption de l'amidon, fait que j'ai signalé dans une Communication précédente, et la perte d'une certaine quantité d'eau, l'écorcement ne modifie donc pas la composition de l'aubier.

» *Densité*. — J'ai déterminé la densité de l'aubier et celle du bois parfait sur des échantillons prélevés à la base du tronc, les uns sur des sujets écorcés, les autres sur des témoins. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

| | Aubier. | Bois parfait. | | Aubier. | Bois parfait. |
|---|---|---|---|---|---|
| Arbre écorcé ... | 0,681 | 0,706 | Arbre écorcé ... | 0,754 | 0,763 |
| Témoin........ | 0,701 | 0,724 | Témoin........ | 0,705 | 0,814 |

» La densité de l'aubier reste inférieure à celle du bois parfait, aussi bien dans les sujets opérés que dans les témoins. Elle n'est pas plus forte que celle de l'aubier normal, contrairement à ce qu'avait trouvé Duhamel.

» L'aubier ne devient donc pas du bois parfait sous l'influence de l'écorcement, mais il pourrait arriver que, pendant la période végétative qui suit l'opération, la partie interne de l'aubier se transformât en bois parfait sur une plus grande surface qu'elle ne le fait dans les conditions ordinaires, ce qui suffirait à augmenter la résistance à la rupture. Pour m'en assurer, je déterminai les rapports du bois parfait à l'aubier, dans des arbres écorcés et dans des témoins. Les résultats de cette recherche, portés au Tableau suivant, représentent les moyennes prises sur six chênes opérés et sur autant de témoins.

| | Bas du tronc. | A $1^m$,50 du bas. | A $3^m$ du bas. | A $4^m$,50 du bas. |
|---|---|---|---|---|
| Arbres écorcés ...... | 2,7 | 3,2 | 2,5 | 2,5 |
| Témoins............ | 3,2 | 3,9 | 3,5 | 2,8 |

» On voit que le rapport du bois parfait à l'aubier, non seulement n'est pas plus élevé dans les sujets écorcés, mais l'est même moins : ce qui prouve que l'opération, loin de favoriser la transformation de l'aubier en duramen, l'arrête complètement.

» De ce qui précède, il résulte que le bois des chênes écorcés ne diffère du bois normal de cette essence ni par la structure, ni par la composition chimique, ni par la densité, ni par une proportion plus grande de bois parfait. A tous les points de vue, l'interprétation de Buffon est donc inexacte.

Restait à savoir s'il en était de même de la supériorité de résistance à la rupture.

» Les troncs écorcés dont je me suis servi dans ce but, ainsi que leurs témoins, furent abandonnés pendant trois ans dans un lieu couvert. Après m'être assuré qu'ils avaient atteint les limites de la dessiccation à l'air, je fis découper des barreaux dans l'aubier, le bois parfait périphérique et le bois parfait central. Je donnai à tous ces barreaux une largeur uniforme de $16^{mm}$ et une épaisseur de $8^{mm}$. Puis, je les soumis à un appareil destiné à mesurer les flexions sous des charges déterminées, et qu'il serait trop long de décrire ici. Les flèches de courbure étaient prises de $5^{kg}$ en $5^{kg}$. En outre, à $50^{kg}$, $75^{kg}$ et $100^{kg}$, on mesurait l'allongement acquis par le barreau sous l'influence de la traction exercée par les poids, puis on déchargeait pour mesurer la flèche permanente. Plusieurs échantillons furent ainsi expérimentés. Je me contenterai de donner les résultats relatifs à des barreaux découpés dans la partie inférieure de deux troncs de chêne de 35 ans, dont l'un était resté quatre mois écorcé sur pied et l'autre ne l'avait été qu'après l'abatage. J'indiquerai seulement les flèches correspondant aux charges de 25, 50, 75 et $100^{kg}$.

| | | 25kg. | 50kg. | | | 75kg. | | | 100kg. | | | Charges auxquelles la rupture a commencé à se produire. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Flèche. | Flèche permanente. | Allongement. | Flèche. | Flèche permanente. | Allongement. | Flèche. | Flèche permanente. | Allongement. | |
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | kg |
| Aubier....... | Chêne écorcé.. | 31 | 40 | 5 | 2 | 46 | 11 | 3 | 52 | 14 | 4 | 110 |
| | Témoin...... | 31 | 41 | 8 | 2 | 48 | 11 | 3 | 53 | 15 | 4 | 110 |
| Bois parfait périphérique.. | Chêne écorcé.. | 34 | 44 | 14 | 3 | 51 | 20 | 4 | 56 | 22 | 4 | 130 |
| | Témoin...... | 34 | 44 | 10 | 2 | 52 | 18 | 3 | 57 | 21 | 5 | 130 |
| Bois parfait central..... | Chêne écorcé.. | 33 | 43 | 11 | 2 | 51 | 17 | 3 | 56 | 22 | 4 | 125 (1) |
| | Témoin....... | 35 | 45 | 22 | 2 | 52 | 16 | 4 | 58 | 22 | 5 | 135 |

» On voit que les barreaux provenant des chênes écorcés se sont comportés de la même manière que les barreaux provenant des témoins. Les courbures ont été à peu près les mêmes sous les mêmes charges; les flèches permanentes, ainsi que les allongements, ont peu différé. Enfin la rupture s'est produite à peu près dans des conditions analogues. Il en a été de même pour les autres barreaux expérimentés. L'écorcement n'augmente donc pas la résistance à la rupture.

» Il m'a paru, d'après les détails circonstanciés que Buffon et Duhamel ont donnés de leurs procédés opératoires, que, s'ils ont obtenu des résultats différents des miens, c'est d'une part parce qu'ils n'avaient pas pris la précaution essentielle d'expérimenter sur des bois parfaitement

(1) Par suite d'un accident, la rupture eut lieu pour cet échantillon un peu plus tôt qu'elle n'aurait dû se produire.

desséchés, et d'autre part parce que leurs témoins, conservés sous écorce, devaient avoir été altérés par l'attaque des champignons et peut-être même des vrillettes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la dessiccation naturelle des graines.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que les graines, arrivées à leur volume maximum, s'isolent du fruit par destruction partielle ou complète de leur funicule, et que, à partir de ce moment, elles se dessèchent en mûrissant. Quelle est la nature du travail qui s'opère dans ces graines? On admet généralement que les semences perdent leur eau par simple *évaporation*, comme un corps inerte humide et plongé dans une atmosphère sèche. Dans ces conditions, les modifications qui se passent dans les matières de réserve sont considérées comme une conséquence du phénomène purement physique de l'évaporation. Mes expériences m'amènent, au contraire, à considérer la perte d'eau comme un phénomène purement physiologique, et comme un effet des modifications internes, dû à la *transpiration* des tissus.

» Ces expériences ont porté sur des Haricots-flageolets retirés de gousses prêtes à s'ouvrir et se détachant sans difficulté du funicule.

» Il s'agissait de savoir d'abord comment s'opérait la perte d'eau à l'état naturel. Pour cela, j'ai simplement exposé les graines à l'air du laboratoire, à la température de 15°, et je les ai pesées de temps à autre. J'ai ensuite rapporté la quantité d'eau perdue à 100 de graines. Le Tableau ci-dessous indique la marche du phénomène; je m'étais d'ailleurs assuré que cette marche était, à peu de chose près, la même pour un autre lot placé dans des conditions identiques.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre d'heures écoulées. | 18 | 42 | 66 | 91 | 119 | 147 | 164 | 188 | 217 | 313 | 337 |
| Quantité d'eau perdue pour 100........ | 12,44 | 24,42 | 27,41 | 41,48 | 41,94 | 45,52 | 47,66 | 49,39 | 49,51 | 51,47 | 51,47 |

» J'ai ensuite placé des graines analogues dans une atmosphère saturée. Il est bien évident que, dans ces conditions, toute évaporation est devenue impossible. Or voici les chiffres que m'ont donnés les pesées faites environ toutes les 24 heures.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nombre d'heures écoulées...... | 23 | 47 | 71 | 95 | 124 |
| Quantités d'eau perdues pour 100. | 0,718 | 1,26 | 1,84 | 2,44 | 3,13 |

» A la 124<sup></sup>e heure l'expérience a été arrêtée parce que les graines s'étaient mises à germer.

» Comme on le voit, il y a eu une perte d'eau très notable, quantité qui aurait été rigoureusement nulle s'il s'était agi d'évaporation. On sait d'ailleurs que la transpiration végétale est moins considérable dans une atmosphère saturée que dans une atmosphère sèche, ce qui concorde avec les chiffres des deux Tableaux ci-dessus.

» Il y avait encore une autre méthode pour savoir si l'on avait affaire à de l'évaporation ou à de la transpiration : c'était de tuer les graines par de la vapeur d'eau surchauffée ou de les endormir avec du chloroforme. Voici les chiffres obtenus :

1° *Graines tuées.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre d'heures écoulées | 6 | 23 | 48 | 78 | 105 | 177 | 293 |
| Quantités d'eau perdues pour 100 | 1,87 | 5,93 | 16,86 | 25,31 | 31,73 | 42,96 | 46,07 |

2° *Graines endormies.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre d'heures écoulées | 17 | 41 | 75 | 99 | 128 | 154 |
| Quantités d'eau perdues pour 100 | 2,16 | 3,96 | 5,42 | 7 | 8,67 | 10,23 |

» Dans l'un et l'autre cas, la marche de la sortie de l'eau a été modifiée. En agissant sur la vitalité de la graine, on influence la sortie de l'eau, ce qui prouve que ce phénomène n'est pas un phénomène purement physique.

» Il s'agissait enfin de savoir si, comme dans les organes végétaux, tels que la feuille, la tige, etc., la transpiration était la même à la lumière et à l'obscurité. La première expérience relatée plus haut avait été faite à la lumière. Voici les chiffres que l'on obtient en laissant les graines à l'obscurité.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre d'heures écoulées | 25 | 41 | 68 | 85 | 109 | 140 | 212 | 260 | 301 | 380 | 476 |
| Quantités d'eau perdues pour 100 | 9,55 | 18,63 | 26,92 | 31,09 | 36,51 | 40,84 | 45,55 | 46,31 | 46,64 | 46,80 | 50,65 |

» Il est facile de voir que la lumière a augmenté la transpiration des graines. Cette augmentation est notable à toutes les heures des pesées; elle l'est aussi dans le résultat final, puisque, à la lumière, la dessiccation maximum a eu lieu au bout de 312 heures, tandis qu'à l'obscurité elle n'a eu lieu qu'à la 476e heure.

» Il résulte de ces expériences que *les graines, après la destruction du*

*funicule, se dessèchent en perdant de l'eau, non par simple évaporation, mais par transpiration. La perte d'eau persiste, en effet, dans une atmosphère saturée; elle est moins grande à l'obscurité qu'à la lumière et enfin elle est modifiée d'une manière très sensible par toutes les actions qui agissent sur la vitalité des graines* (¹). »

GÉOLOGIE. — *Sur les lits oolithiques du tertiaire parisien.* Note de M. **Gustave-F. Dollfus**, présentée par M. Mallard.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, en date du 27 novembre dernier, M. Stanislas Meunier a appelé à nouveau l'attention sur la composition de certaines assises du terrain oligocène au sud de Paris et notamment sur la position d'un calcaire oolithique, que j'aurais placé trop haut dans la série stratigraphique.

» M. Stanislas Meunier ne me paraît pas avoir interprété exactement mes travaux. J'ai signalé les lits oolithiques des marnes à cyrènes, depuis plus de quinze ans, et je n'ai pas la prétention de les avoir découverts, car ils ont été très exactement reconnus par Cuvier et Brongniart dans leur description géologique des environs de Paris; j'ai précisé leur niveau dans la coupe du chemin de fer de Méry-sur-Oise que j'ai donnée, en 1878, avec M. G. Vasseur, et depuis dans d'autres publications. Ils sont bien interstratifiés dans les marnes feuilletées ferrugineuses, dans les conditions où M. Stanislas Meunier les a vus à Villejuif.

» Il aura, certainement, été trompé par l'interprétation que j'ai cherché à donner brièvement, dans ma *Notice sur une nouvelle Carte géologique des environs de Paris*, de diverses couches critiques signalées par Charles d'Orbigny, en 1855, dans son Tableau des assises tertiaires du Bassin de Paris, où il fait figurer sous le n° 28 diverses couches intercalées entre les marnes vertes (n° 29) et le calcaire lacustre de Brie (n° 27). Il dit n° 28 : « Nombreuses petites couches de marne verte, blanche ou jaunâtre, de calcaire blanc, de calcaire globulifère et enfin de marnes remplies d'ossements de tortues; visibles à Villejuif, Romainville, Butte Chaumont. » Les marnes feuilletées à cyrènes portent au-dessous le n° 30.

» Pour mon compte, depuis vingt ans que je parcours le Bassin de Paris,

(¹) Ce travail a été fait aux laboratoires de Botanique de la Sorbonne et de Physiologie générale du Muséum.

je n'ai jamais rien vu d'analogue intercalé entre l'argile verte et le calcaire de Brie. On voit ordinairement, à ce niveau, une alternance de lits de marnes vertes et de marnes blanches, formant une série continue. Mais, comme je ne me suis pas cru autorisé a mettre en doute l'affirmation de Charles d'Orbigny, j'ai estimé, avec doute, que, dans le cas où ces couches seraient retrouvées, leur position serait au niveau de celle d'un sable verdâtre que je ne connais qu'à Villejuif et qui est visiblement intercalé entre l'argile verte et le calcaire de Brie. Il est facile de voir que je n'ai jamais confondu les assises oolithiques intercalées dans les marnes à cyrènes, qui sont *inférieures* à l'argile verte, avec des couches que je n'ai pas revues et qui seraient supérieures à cette même assise, suivant Ch. d'Orbigny.

» Il n'est plus possible de dire aujourd'hui que l'argile verte est sans fossiles; M. Munier-Chalmas a montré, près d'Argenteuil, des fossiles suffisamment conservés, au milieu même de cette masse; ce sont : *Cerithium plicatum, Cyrena convexa;* cette faunule est la même que celle des marnes feuilletées et elle permet le rapprochement intime de ces assises.

» On ne peut plus considérer, non plus, les oolithes comme un accident exceptionnel dans le terrain tertiaire parisien. J'en ai signalé quatre niveaux, en 1885, et j'en connais aujourd'hui dans six horizons :

» 1° Dans les lits caillasseux du calcaire grossier supérieur, avec silex noirs, à Maurecourt, Vigny, etc.

» 2° Au sommet des sables moyens, dans la couche à *Avicula Defrancei,* avec une faune fluvio-marine intéressante, à Janvry et Bessancourt.

» 3° Au milieu même des marnes et calcaires de Saint-Ouen, dans un lit saumâtre que j'ai signalé récemment à Chennevière, près Conflans-Sainte-Honorine (1891), avec M. Ramond.

» 4° Dans les marnes blanches à *Lymnea stigosa,* supérieures au gypse, à Livry et Vaujours.

» 5° A plusieurs niveaux dans les marnes à cyrènes d'un bout à l'autre du Bassin de Paris : à Herblay, Frépillon, Ronquerolles, Montsoult, Chelles, Romainville, Ecouen, Ville-d'Avray, Mont-Valérien, Fresne-les-Rungis, etc. C'est ce niveau oolithique qui a fourni à la butte Saint-Christophe, au nord de Senlis, des coquilles bien conservées, dont la trouvaille a permis à d'Archiac et à Deshayes de préciser la détermination. J'en ai donné la liste en 1880 (*Bulletin de la Société géologique*).

» 6° Vers la base des couches à *Ostrea longirostris,* au dessus du calcaire de Brie, à Bessancourt, Trianon et Saint-Nom, près de Versailles. J'ai trouvé mêlés à ces oolithes des foraminifères et des Ostracodes roulés, dont j'ai pu déterminer diverses espèces décrites de l'oligocène de Gass, par Reuss.

» Il est intéressant de noter que ces divers horizons oolithiques se rencontrent dans le Bassin de Paris dans des couches manifestement saumâtres.

» Plus haut, dans la série stratigraphique, j'ai étudié des lits oolithiques près de Vichy et de Clermont-Ferrand, intercalés dans les calcaires de l'étage du calcaire de Beauce entre des lits franchement lacustres à *Helix Ramondi* et à *Lymnea pachygaster;* il s'en faut donc de beaucoup que les dépôts oolithiques soient le privilège des assises jurassiques marines. »

La séance est levée à 5 heures. M. B.

---

### BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 DÉCEMBRE 1893.

*Journal de Pharmacie et de Chimie* (fondé en 1809), rédigé par MM. FREMY, REGNAULD, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGFLEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. N° 12, 15 décembre 1893. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Nouvelles recherches sur la périodicité de la tension. Étude sur les mouvements periodiques et paratoniques de la sensitive,* par MILLARDET, docteur en Médecine. Strasbourg, G. Silbermann, 1869; 1 vol. in-4°.

*Histoire des principales variétés et espèces de vignes d'origine américaine qui résistent au Phylloxera*, par A. MILLARDET, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Paris, G. Masson, 1885; 1 vol. in-4°.

*Pourridié et Phylloxera. Étude comparative de ces deux maladies de la vigne*, par A. MILLARDET, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Paris, G. Masson, et Bordeaux, Féret et fils, 1882; 1 broch. in-8°.

*Recherches sur les effets des divers procédés de traitement du Mildiou par les composés cuivreux,* par A. MILLARDET et M. GAYON, professeurs à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Bordeaux, V$^{ve}$ Cadoret, 1887.

*Nouvelles recherches sur le développement et le traitement du Mildiou et de l'Anthracnose,* par A. MILLARDET, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Paris, G. Masson, 1887; 1 broch. in-8°.

*Annuaire pour l'an* 1894, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

*Annales de la station agricole de Boulogne-sur-Mer*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par le Dr H.-E. SAUVAGE, directeur. Volume I. Partie II. Juin 1893. Boulogne-sur-Mer, Simonnaire et Cie, 1893; 1 vol. in-4. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

*La fin du Monde*, par CAMILLE FLAMMARION. Paris, E. Flammarion, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

*Notice sur les travaux scientifiques de M.* AIMÉ GIRARD, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 broch. in-4°.

*Notice sur les travaux scientifiques de M.* A. MÜNTZ. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 broch. in-4°.

*Annales des Ponts et Chaussées*, septembre 1893. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. gr. in-8°.

*Les causes des phénomènes*, par EUGÈNE TURPIN. Paris, A. Savine; 1 vol. in-12.

*La formation des Mondes*, par M. EUGÈNE TURPIN. Paris, A. Savine; 1 vol. in-12.

*Association française pour l'avancement des Sciences*. 22e session. Besançon, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

*Du rôle de l'électricité dans les phénomènes de la vie animale*. Discours prononcé par M. ERNEST SOLVAY, le 14 décembre 1893, suivi de documents officiels relatifs à la fondation de l'Institut Solvay. Bruxelles, F. Hayez, 1894; 1 broch. gr. in-8°.

*Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie*. Comptes rendus des séances de l'année 1893. Novembre. Cracovie, 1893; 1 fasc. in-8°.

*California state mining bureau W.-M. Irelan, J. R., state Mineralogist*. Eleventh Report of the state Mineralogist (first biennal), two years ending september 15, 1892. Sacramento, 1893; 1 vol. in-8°.

*Le opere Galileo Galilei*. Edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maestà il Re d'Italia. Volume III. Parte prima. Firenze, Barbèra, 1892; 1 vol. in-4°.

*Illustrationes floræ Atlanticæ, seu icones plantarum novarum, rariorum vel minus cognitarum in Algeria necnon in regno tunetano et imperio maroccano nascentium*, auctore E. COSSON, Academiæ Scientiarum Parisiensis sodali, auctore *Compendii floræ atlanticæ, etc.* Fasciculus VI. Parisiis, 1893; atlas gr. in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 18 décembre 1893.)

Page 904, PRIX JECKER :

Les Rapports sur les travaux de MM. de Forcrand et H. Gautier ont été faits par M. *Schützenberger*.

FIN DU TOME CENT-DIX-SEPTIÈME.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

# TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET. — DÉCEMBRE 1893.

## TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXVII.

### A

B

## C

## D



## E

## F

# G

## H



## I

## L



## M

## O

## P

## Q

## R



## S



## T

## V



## Z

# TABLE DES AUTEURS.

## A



## B

## C

## D

## E



## F

## G

H

I



J



K

L

## M

## N



## O

## P

## Q



## R

## S

## T

## V



## W

## Z



GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
19307 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.